

02 P 17999



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Übersetzung der
eur päischen Patentschrift

⑨⑦ EP 0 598 136 B 1

⑩ DE 693 26 415 T 2

⑤① Int. Cl. 7:
F 16 J 15/06

H 02 G 3/22
H 01 B 17/58
H 01 B 17/30
F 16 L 41/08
F 16 J 15/02

DE 693 26 415 T 2

- | | |
|--|----------------|
| ②① Deutsches Aktenzeichen: | 693 26 415.2 |
| ⑧⑥ PCT-Aktenzeichen: | PCT/JP93/00746 |
| ⑨⑥ Europäisches Aktenzeichen: | 93 913 476.3 |
| ⑧⑦ PCT-Veröffentlichungs-Nr.: | WO 93/25829 |
| ⑧⑥ PCT-Anmeldetag: | 3. 6. 1993 |
| ⑧⑦ Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: | 23. 12. 1993 |
| ⑧⑦ Erstveröffentlichung durch das EPA: | 25. 5. 1994 |
| ⑧⑦ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: | 15. 9. 1999 |
| ④⑦ Veröffentlichungstag im Patentblatt: | 11. 5. 2000 |

- ③⑩ Unionspriorität:
17170092 05. 06. 1992 JP
- ⑦③ Patentinhaber:
Hitachi, Ltd., Tokio/Tokyo, JP; Hitachi Construction
Machinery Co., Ltd., Tokio/Tokyo, JP
- ⑦④ Vertreter:
Patentanwälte von Kreisler, Selting, Werner, 50667
Köln
- ⑧④ Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB, IT, SE

- ⑦② Erfinder:
TAMURA, Morio 2678-8, Kandatsu-machi, Ibaraki
300, JP; ICHIRYU, Ken 3905-8, Shimoinayoshi,
Ibaraki 315, JP; TANAKA, Kiyoshi 2635-8, Hei
Toyooka-machi, Ibaraki 303, JP; HARADA, Kouji
467, Oaza, Ibaraki 312, JP; KANAMARU, Hisanobu,
Ibaraki 312, JP; TOBITA, Nobuyuki 1528-2,
Kasugadai, Ibaraki 310, JP

⑤④ ANORDNUNG ZUR DICHTEN DURCHFÜHRUNG DURCH METALLISCHE WÄNDE

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wird vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 693 26 415 T 2

TECHNISCHES GEBIET

Die Erfindung betrifft eine Dichtstruktur für ein zur Durchführung eines Teils ausgebildetes Loch eines metallischen Wandteils, bei der ein Teil, das zum Verbinden einer an einer Seite des Wandteils angeordneten Einrichtung mit einer an der gegenüberliegenden Seite des Wandteils angeordneten Einrichtung vorgesehen ist, durch das in das metallische Wandteil gebohrte Loch hindurchgeführt wird, wobei das Verbindungsteil gegenüber radialer Kompression resistent ist und seine Axiallänge größer ist als die Dicke des metallischen Wandteils, und bei der ein Dichtteil zum Dichten des Lochs vorgesehen ist.

Eine Dichtstruktur des oben aufgeführten Typs ist bekannt aus JP-U-58-116862.

TECHNISCHER HINTERGRUND

Eine hydraulische Maschine, z.B. eine hydraulische Schaufel und dgl., ist beispielsweise mit einem Drucksensor, einem Druckdifferenzsensor, einem Verlagerungssensor und dgl. versehen, die in den jeweiligen Bereichen des in einer hydraulischen Antriebseinheit zum Betätigen der Maschine enthaltenen Hydraulikfluids angeordnet sind, um den Betriebszustand der hydraulischen Antriebseinheit zu prüfen, so daß der Druckzustand und dgl. in der Einheit gemessen werden können. Der Drucksensor und dgl. sind in dem Hochdruckbereich des in der Einheit enthaltenen Hydraulikfluids angeordnet. Der Drucksensor ist normalerweise als eine mit einer Wheatstone-Brücke versehene elektrische Einheit ausgebildet, bei der Spannungsmesser und dgl. verwendet werden. Ein zu messender Hy-

Hydraulikdruck wird durch den Drucksensor in einen Stromwert konvertiert und als elektrisches Signal detektiert. Das mittels des Drucksensors erzeugte elektrische Signal wird bei atmosphärischem Druck über eine Signalübertragungsleitung aus dem Hochdruck-Innenbereich der Einheit aus der Einheit heraus übertragen. Außerhalb der hydraulischen Antriebseinheit ist eine Steuereinheit angeordnet, um den Betrieb der hydraulischen Antriebseinheit zu steuern, und das in der beschriebenen Weise detektierte Signal, das über die Signalübertragungsleitung nach außen übertragen wird, wird in die Steuereinheit eingegeben und als Information zum Betriebszustand für verschiedene anschließend durchzuführende Steuervorgänge verwendet.

Bei der oben beschriebenen Anordnung besteht ein herkömmliches Verfahren zum Herausführen der Signalübertragungsleitung nach außen darin, daß z.B. ein Loch in einen Bereich des Metallbehälters der Einheit gebohrt wird, um die Signalübertragungsleitung durchzuführen, und ferner die Signalübertragungsleitung mittels Anbringung einer hermetischen Dichtstruktur in dem Loch festgelegt wird, um dadurch das Hydraulikfluid dicht einzuschließen und eine elektrische Isolierung zwischen der Signalleitung und dem Metallbehälter aufrechtzuhalten. Herkömmlicherweise werden für dieses hermetische Abdichten eine hermetische Glasdichtung und eine hermetische Kunststoffdichtung verwendet.

Die bei der herkömmlichen Dichtstruktur der Signalleitung verwendete hermetische Glasdichtung muß mittels eines Ofens bei einer hohen Temperatur von ungefähr 1000°C in einer N₂-Atmosphäre verarbeitet werden. Somit ergeben sich insgesamt hohe Herstellungskosten. Ferner muß der lineare Ausdehnungskoeffizient berücksichtigt werden, und dies schränkt die Auswahl der Metallmaterialien ein, die für den Kernteil der Signalleitung und für die als Basis dienende Behälterwand verwendet werden. Beispielsweise wird Fe-Ni für den Kernteil der Signalleitung verwendet,

und Edelstahl mit einem hohen Wärmeausdehnungskoeffizienten wird als Metallmaterial für die Behälterwand verwendet. Dies verursacht einen weiteren Anstieg der Herstellungskosten. Zudem entsteht bei der Verwendung von Glas das Problem der Brüchigkeit, und somit ist in der Praxis die Verwendung einer hermetischen Glasdichtung bei Konstruktionsmaschinen und Baumaschinen schwierig.

Ferner bestehen bei einer hermetischen Kunststoffdichtung Probleme hinsichtlich der Kraft zum Verbinden der hermetischen Dichtung an dem Metallmaterial der als Basis dienenden Behälterwand, und ein weiteres Problem liegt darin, daß eine hermetische Kunststoffdichtung bei hohem Druck nicht verwendet werden kann und eine unzureichende Lebensdauer hat.

Obwohl die obigen Beispiele die Struktur betreffen, mit der ein elektrisches Signal, das von der elektrischen Einheit in der unter Hochdruck stehenden hydraulischen Antriebseinheit ausgegeben wird, bei atmosphärischem Druck über die Signalleitung nach außen übertragen wird, kann ein ähnliches Problem auch in einem Fall auftreten, in dem ein elektrisches Signal aus einer elektrischen Einheit, die im Inneren eines Vakuumbehälters mit hohem Vakuumgrad angeordnet ist, bei atmosphärischem Druck aus dem Behälter heraus übertragen wird.

Wenn - was in eher generellem Zusammenhang mit dem oben aufgeführten Problem steht - ein Metall-Trennteil zum Isolieren des Behälterinneren von dessen Außenseite vorhanden ist, z.B. ein geschlossener Metall-Behälter, und die Bereiche an den einander entgegengesetzten Seiten des Trennteils voneinander isoliert werden müssen, und Einheiten, die in den jeweiligen Bereichen an den gegenüberliegenden Seiten angeordnet sind, durch ein starres Teil miteinander verbunden oder kommunizierend verbunden werden müssen, muß eine Struktur vorhanden sein, die ver-

anlaßt, daß das Teil durch ein in das Trennteil gebohrtes Loch hindurchläuft und das Loch abgedichtet wird. Die Dichtstruktur ist nicht auf den Fall begrenzt, in dem die Drücke an den gegenüberliegenden Seiten des Trennteils weitgehend unterschiedlich sind, sondern sollte auch in dem Fall verwendbar sein, in dem die physikalischen oder chemischen Bedingungen oder dgl. in den Bereichen an den gegenüberliegenden Seiten des Trennteils unterschiedlich sind (z.B. da unterschiedliche Arten von Gasen, Flüssigkeiten und dgl. existieren).

Ferner ist das Teil, das durch das in das Metall-Trennteil gebohrte Loch geführt ist, nicht auf die oben angeführte Signalübertragungsleitung beschränkt, sondern dieses kann generell ein Teil mit einer erforderlichen eindrückresistenten Steifigkeit sein, z.B. ein leitendes Teil zum Übertragen eines elektrischen Signals oder elektrischer Energie, ein Rohrteil für verschiedenartige Fluide, ein Wärmerohr für ein Wärmemedium, eine optische Faser zum Übertragen eines optischen Signals und dgl. Das genannte Problem tritt auch auf, wenn diese Teile durch das in das Metall-Trennteil gebohrte Loch hindurchgeführt werden und das Loch abgedichtet wird.

In JP-A-63-214429 und JP-A-63-214430 sind Verfahren zum Verbinden zweier Teile beschrieben, wobei keine Dichtstruktur erwähnt ist. Diese Dokumente beschreiben ähnliche, verwandte Technologien.

JP-A-63-214429 betrifft eine Struktur, mit der ein zylindrisches Teil aus faserverstärktem Kunststoff mit einem metallischen Befestigungsteil verbunden werden kann. Wie z.B. Fig. 1 bis Fig. 3 dieses Dokuments zeigen, ist die Struktur derart ausgebildet, daß ein Ende des zylindrischen Teils in ein in das Befestigungsteil gebohrtes Loch eingeführt wird, ein Verstärkungsteil in ein abgestuftes Teil in der Innenwand des zylindrischen Teils eingeführt wird und der Wandteil um das Loch des Befestigungsteils her-

um durch ein Stoßteil kräftig verformt wird, um eine plastische Verformung (Metallfluß) der Innenfläche des Loches des Befestigungsteils zu bewirken, so daß das Ende des zylindrischen Teils zwischen den plastisch verformten Teil und das Verstärkungsteil gedrückt wird, um so das zylindrische Teil mit dem Befestigungsteil zu verbinden. Bei der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform wird der Metallfluß an dem inneren Umfangsbereich in der Nähe der Öffnung an einem Ende des Lochs erzeugt, indem mittels des Stoßteils ein Druck aufgebracht wird. Die Ausführungsform gemäß Fig. 4 der Schrift zeigt eine Verbindungsstruktur, die dadurch erzielt wird, daß der Metallfluß an den Innenumfangsbereichen in der Nähe der Öffnungen an den gegenüberliegenden Enden des Lochs erzeugt wird.

JP-A-63-214430 betrifft eine Struktur zum Verbinden eines faserverstärkten stabförmigen Kunststoffteils an einem Metall-Befestigungsteil, wobei diese Struktur im wesentlichen die gleiche Ausgestaltung hat, die in JP-A-63-214429 beschrieben ist. Fig. 10 dieser Schrift zeigt die Struktur, mittels derer der Metallstrom an der Innenumfangsfläche nahe der Öffnung an einem Ende des Lochs erzeugt wird, und Fig. 11 zeigt die Struktur, mittels derer der Metallstrom an der Innenumfangsfläche nahe den Öffnungen an beiden Enden des Lochs erzeugt wird.

Die in den obigen beiden Schriften beschriebenen Verfahren sind dazu vorgesehen, das aus dem faserverstärkten Kunststoff bestehende Teil mittels der Metallfluß-Technologie mit dem Metall-Befestigungsteil zu verbinden. Was die Dichteigenschaften eines verbundenen Bereiches betrifft, so hat - aufgrund der Tatsache, daß das oben erwähnte aus faserverstärktem Kunststoff gebildete zylindrische Teil oder stabförmige Teil durch Imprägnieren von Harz in ein hartes Fasermaterial, z.B. Kohlenstoff-Faser, Glasfaser oder dgl., gebildet wird, das durch ein Filamentwicklungsverfahren oder dgl. gewickelt wird - der verbundene Bereich als Ganzes eine erhöhte Härte und weist nicht die gewünschte elastische Pla-

stizität auf, so daß das Teil nicht wirkungsvoll verformt werden kann und nicht die gewünschte Dichtleistung erbringen kann. Somit zielen die in den obigen beiden Schriften genannten Verfahren einfach darauf ab, das faserverstärkte Harzteil mit dem Metall-Befestigungsteil zu verbinden, und nicht darauf, den zwischen diesen Teilen gelegenen Bereich abzudichten. Diese Tatsache ist z.B. aus JP-A-63-214429 ersichtlich, in der Fig. 7 zeigt, daß für Dichtzwecke separat ein O-Ring vorgesehen ist.

Obwohl die in JP-A-63-214429 beschriebene Verbindungsstruktur ein ringförmiges Verstärkungsteil aufweist, das im Inneren des aus faserverstärktem Kunststoff gebildeten zylindrischen Teils angeordnet ist, ist die axiale Länge des Verstärkungsteils im wesentlichen gleich der Dicke des Metall-Befestigungsteils. Somit greift selbst dann, wenn das zylindrische Teil von seinen entgegengesetzten Seiten her zusammengedrückt wird, die Biegespannung, wenn sie auf das zylindrische Teil aufgebracht wird, an dem Umfang des Endes des Verstärkungsteils als Anlenkungspunkt an, und somit tritt das Problem auf, daß ein Kriecheffekt in dem verbundenen Bereich entsteht und die Zuverlässigkeit des verbundenen Bereiches abnimmt. Ferner tritt bei der Verbindungsstruktur gemäß JP-A-63-214430, da das stabförmige Teil aus faserverstärktem Kunststoff an dem Bereich, an dem das Harz vorhanden ist, eine niedrige Steifigkeit hat, das Problem auf, daß der zusammengedrückte Bereich lokal und konzentrisch verformt wird, während andererseits, da das Teil als Ganzes eine hohe Steifigkeit hat, keine Kompressionskraft auf dessen Inneres aufgebracht werden kann.

Bei der aus der erwähnten JP-U-58-116862 bekannten Dichtstruktur ist das Durchführungsteil zum Verbinden einer inneren Vorrichtung mit einer äußeren Vorrichtung von einem Rohrkörper umgeben, der an einem Ende einen Flansch aufweist, welcher mit einer Fläche des Metall-Trennteils verbunden ist. Der ringförmige Raum zwischen der Innenwand des Rohr-

körpers und der Außenwand des Durchführungsteils ist mit einer Dichtmasse gefüllt. Diese Dichtstruktur hat die gleichen Nachteile wie die Glasdichtung und die Kunststoffdichtung, die oben beschrieben wurden.

US-A-5,083,362 beschreibt ein Verfahren zum mechanischen Sichern eines Kontaktkörpers in einer Kontaktkörper-Aufnahmeöffnung eines Schlüssels, der mittels eines Preßvorgangs aus einem verformbaren Material gebildet ist. Gesenkwerkzeuge werden in die Oberfläche des Schlüssels gedrückt, wobei sie das Material um den Umfang der Öffnung des Schlüssels herum und in das Kontaktkörper-Material hinein verformen, wie insbesondere in Fig. 24 gezeigt ist.

US-4,427,842 beschreibt eine Vorrichtung, bei der ein Kern-Körper in einer Gesenkplatte angeordnet ist, wobei die Gesenkplatte in dem Hohlraum eines Druckkessel-Behälters angeordnet wird, der mit einer oder mehreren Gesenk-Durchlässen versehen ist. Während der Bewegung der Gesenkplatte in den Hohlraum werden die Gesenk-Durchlässe zusammen mit dem Kernteil verformt, wobei sie eine enge mechanische Verbindung erzeugen.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Dichtstruktur des oben beschriebenen Typs zu schaffen, die durch einen einfachen Vorgang mit niedrigen Kosten hergestellt werden kann, gute Dichteigenschaften über einen langen Zeitraum hinweg zeigt und in der Lage ist, hohen Druckdifferenzen standzuhalten.

Diese Aufgabe wird durch eine Dichtstruktur gelöst, die dadurch gekennzeichnet, daß

- das Dichtteil zwischen dem Durchführungsteil und der Innenwandfläche des Lochs angeordnet ist, wobei das Dichtteil einen Außendurchmesser, der im wesentlichen gleich dem Innendurchmesser des Lochs ist, und eine Axiallänge hat, die gleich der Dicke des metallischen Wandteils oder größer als diese ist,
- in mindestens einer der Öffnungen an den gegenüberliegenden Enden des Lochs ein Verengungsbereich ausgebildet ist, und zwar durch Bilden eines sich im wesentlichen gleichförmig von der Innenwandfläche des Lochs im wesentlichen über deren gesamten Umfang vorwölbenden plastisch verformten Bereiches, indem auf den Umfangsbereich der Öffnung in deren Axialrichtung ein Druck ausgeübt wird; und
- das Durchführungsteil und das Dichtteil von ihren Umfangsbereichen her mittels des Verengungsbereiches komprimiert sind, und das Dichtteil in dem Loch eingeklemmt ist, um dadurch das Loch abzudichten.

Bei der obigen Anordnung ist das Dichtteil vorzugsweise im wesentlichen zu einer Spindelform verformt und ist in dem Loch eingeklemmt, und zwar durch Erzeugen plastischer Verformung, indem der Druck auf den Umfangsbereich der Öffnungen an den gegenüberliegenden Enden des Lochs derart ausgeübt wird, daß das Durchführungsteil in dem Loch eingeklemmt ist und das Loch mittels des durch die Verengung erzeugten Innendrucks abgedichtet ist.

Bei der Dichtstruktur gemäß der Erfindung ist vorzugsweise an dem Innenumfangsbereich der Öffnung an einem Ende des Lochs ein Verformungsbeschränkungsteil angeordnet, um das Dichtteil daran zu hindern, sich zu der Außenseite des Lochs vorzuwölben und sich zu verformen, und zur Bildung des Verengungsbereiches wird die plastische Verformung durch die Aufbringung des Druckes auf den Umfangsbereich der Öffnung

an dem anderen Ende des Lochs erzeugt, um dadurch das Dichtteil zu verformen und dieses derart in dem Loch einzuklemmen, daß das Durchführungsteil in dem Loch festgelegt wird und das Loch mittels des durch die Verengung erzeugten Innendrucks abgedichtet wird.

Es ist eine weitere Aufgabe der Erfindung, einen Drucksensor zu schaffen, bei dem eine Dichtstruktur des oben beschriebenen Typs verwendet wird. Bei einem derartigen Drucksensor mit einem Sensor-Hauptkörper aus Metall, mit einem geschlossenen Inneren, einer in dem Inneren angeordneten Drucksensoreinheit, und einem Leiter, um eine von der Drucksensoreinheit ausgegebenes elektrisches Signal aus dem Inneren des Sensor-Hauptkörpers aus diesem heraus zu leiten, wobei in den Sensor-Hauptkörper ein Loch zum Hindurchführen des Leiters gebohrt ist und der Leiter resistent gegenüber radialer Kompression ist, ist vorgesehen, daß

ein Isolator zwischen dem Leiter und der Innenwandfläche des Lochs angeordnet ist;

in mindestens einer der Öffnungen an den gegenüberliegenden Enden des Lochs ein Verengungsbereich ausgebildet ist, und zwar durch Bilden eines sich im wesentlichen gleichförmig von der Innenwandfläche des Lochs im wesentlichen über deren gesamten Umfang vorwölbenden plastisch verformten Bereiches, indem auf den Umfangsbereich der Öffnung in deren Axialrichtung ein Druck ausgeübt wird; und

der Leiter und der Isolator von ihren Umfangsbereichen her komprimiert sind und der Isolator mittels des Verengungsbereiches in dem Loch eingeklemmt ist, um dadurch das Loch abzudichten.

KURZBESCHREIBUNG DER FIGUREN

- Fig. 1 zeigt einen Längsschnitt eines Hauptabschnitts einer generellen Ausführungsform der Erfindung mit einer Struktur, die derart ausgebildet ist, daß ein vorbestimmtes Teil, z.B. ein leitendes Teil oder dgl., durch das in das Metall-Trennteil gebohrte Loch hindurchgeführt ist und das Loch in diesem Zustand abgedichtet ist;
- Fig. 2 zeigt einen Längsschnitt des Hauptteils in einem ersten Zustand (bevor eine Kompressionskraft aufgebracht wird) zur Veranschaulichung eines Verfahrens zum Herstellen einer Dichtstruktur gemäß der Erfindung;
- Fig. 3 zeigt einen Längsschnitt des Hauptteils in einem zweiten Zustand (nachdem die Kompressionskraft aufgebracht worden ist) zur Veranschaulichung des Verfahrens zum Herstellen einer Dichtstruktur gemäß der Erfindung;
- Fig. 4 zeigt eine Tabelle des durch numerische Testwerte repräsentierten Verhältnisses zwischen der mit einem Druckaufbringungs-Metallhalter aufgebrachten Kompressionskraft und einer Kraft zum Herausziehen eines Leiters als Kernteil;
- Fig. 5 zeigt eine Vorderansicht zur schematischen Darstellung eines Testobjektes zur Erzielung von Testergebnissen hinsichtlich der Leistung der Dichtstruktur gemäß der Erfindung;
- Fig. 6 zeigt eine Tabelle der Ergebnisse eines an der Dichtstruktur gemäß der Erfindung vorgenommenen Impuls-Tests;
- Fig. 7 zeigt ein Schaubild der Verteilung einer Kompressionsbelastung

über die Innenumfangsfläche eines Kunstharz-Teils (Dichtteil), das durch kräftiges Zusammendrücken eines Metall-Basisteils mittels einer Druckaufbringungs-Metallhalter erzeugt wird;

- Fig. 8 zeigt eine Schaubild der Verteilung einer Kompressionsbelastung über die Außenumfangsfläche eines Kunstharz-Teils (Dichtteil), das durch kräftiges Zusammendrücken eines Metall-Basisteils mittels der Druckaufbringungs-Metallhalter erzeugt wird;
- Fig. 9 zeigt ein Schaubild des Verhältnisses zwischen der Temperatur und der Kraft zum Herausziehen des Leiters bei der Dichtstruktur gemäß der Erfindung;
- Fig. 10 zeigt einen Längsschnitt des Hauptteils einer weiteren Ausführungsform der Dichtstruktur gemäß der Erfindung;
- Fig. 11 zeigt einen Längsschnitt des Hauptteils einer wiederum weiteren Ausführungsform der Dichtstruktur gemäß der Erfindung;
- Fig. 12 zeigt eine perspektivische Ansicht des Äußeren einer Metall-Basis, an der die beiden Leiter unter Verwendung der Dichtstruktur gemäß der Erfindung befestigt sind;
- Fig. 13 zeigt eine perspektivische Ansicht des Äußeren eines Steckers, an dem mehrere Leiter unter Verwendung der Dichtstruktur gemäß der Erfindung befestigt sind;
- Fig. 14 zeigt einen Längsschnitt eines Steckers vom Gewinde-Typ, an dem mindestens zwei Leiter unter Verwendung der Dichtstruktur gemäß der Erfindung befestigt sind;

Fig. 15 zeigt einen Längsschnitt eines Steckers vom Gewinde-Typ, an dem mehrere Leiter befestigt sind, indem sie gemeinsam mit der Dichtstruktur gemäß der Erfindung versehen sind;

Fig. 16 zeigt einen Längsschnitt des Hauptteils einer weiteren Ausführungsform der Dichtstruktur gemäß der Erfindung;

Fig. 17 zeigt einen Längsschnitt einer Druckdifferenzsensoreinheit, die in einem Hydraulikfluid angeordnet ist und die ein Herauszuhungsteil einer Signalherausführungsleitung aufweist, das mit der Dichtstruktur gemäß der Erfindung versehen ist; und

Fig. 18 zeigt einen Längsschnitt einer Verlagerungssensoreinheit, die in einem Betätigungsfluid angeordnet ist und die ein Herauszuhungsteil einer Signalherausführungsleitung aufweist, das mit der Dichtstruktur gemäß der Erfindung versehen ist.

BESTE ART DER AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

Im folgenden werden bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert.

Fig. 1 zeigt ein typisches Beispiel der Dichtstruktur gemäß der Erfindung, bei der ein vorbestimmtes Teil, z.B. ein leitendes Teil oder dgl., durch ein in einem Metall-Trennteil gebohrtes Loch hindurchgeführt ist, das Loch in diesem Zustand abgedichtet ist und das Teil an dem Loch festgelegt ist.

Fig. 2 und 3 zeigen Vorgänge zum Herstellen der Dichtstruktur.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 1 ist mit 4 ein Teil des Querschnitts einer Metall-Basis bezeichnet, die als ganzes die Funktion eines Metall-

Trennteils hat. Mit 5 ist ein in die Metall-Basis gebohrtes Loch bezeichnet, das an den oberen und unteren Bereichen der Figur Öffnungen aufweist, so daß einander abgewandten Bereiche der Metall-Basis 4 über das Loch miteinander in Verbindung stehen. Das mit 5 bezeichnete Loch ist ein Loch im Zustand vor der Ausbildung der Dichtstruktur gemäß der Erfindung, und das noch zu beschreibende Loch 5A ist ein Loch nach der Ausbildung der Dichtstruktur. Mit 1 ist ein Teil bezeichnet, das durch das Loch 5 der Metall-Basis 4 hindurchgeführt wird und anschließend in dem Loch 5 festgelegt wird, indem die Dichtstruktur gemäß der Erfindung in dem Loch installiert wird, und bei der vorliegenden Ausführungsform ist das Teil 1 ein leitendes Teil, das einen Leiter 2 und einen Isolator 3 aufweist. Der Leiter 2 ist in dem leitenden Teil 1 mit dem Isolator 3 bedeckt. Das leitende Teil 1 wird z.B. zum Übertragen eines elektrischen Signals oder elektrischer Energie verwendet und hat eine geeignete axiale Länge, aufgrund derer es mindestens aus den Öffnungen an den entgegengesetzten Seiten des Lochs 5 herausragen kann. Dies bedeutet, daß die Länge des leitenden Teils größer ist als die Dicke der Metall-Basis 4.

Wenn das leitende Teil durch das Loch 5 der Metall-Basis 4 hindurchgeführt worden ist und die Dichtstruktur gemäß der Erfindung auf noch zu beschreibende Weise an dem Loch ausgebildet worden ist, hat das Loch 5 einen reduzierten Durchmesser und ist als Loch 5A gemäß. 1 ausgebildet.

Da das leitende Teil 1 wie erwähnt zum Übertragen eines elektrischen Signals oder elektrischer Energie verwendet wird, ist der Isolator 3 unverzichtbar, damit der Leiter 2 elektrisch isoliert und vor anderen leitenden Teilen geschützt wird. Somit weist das Teil, das in dem durch das Loch 5 hindurchgeführten Zustand festgelegt ist, den Leiter 2 und den Isolator 3 auf, die einstückig und voneinander untrennbar ausgebildet sind. Diese Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, daß der Isolator 3, der ein Kunstharz mit der erforderlichen elastischen Plastizität (Elastizität und

Plastizität) aufweist, zum Festlegen des Leiters 2 in dem Loch 5 sowie als Dichtteil verwendet wird, um das Loch 5 mit ausgezeichneten Dichteigenschaften abzudichten.

Obwohl gemäß der Beschreibung der Ausführungsform das durch das Loch 5 hindurchgeführte und daran festgelegte Teil der Leiter 2 ist und das Dichtteil zum Abdichten des Lochs 5 der Kunstharz-Isolator 3 ist, ist allgemein ausgedrückt das durch das Loch 5 hindurchzuführende und daran festzulegende Teil ein Teil mit Steifigkeit (ein als Kern-Teil dienendes Teil), und das Dichtteil zum Abdichten des Lochs 5 ist ein Kunstharz-Teil, das das Kern-Teil bedeckt und die nötige elastische Plastizität, axiale Länge und Volumengröße hat.

Als durch das Loch 5 hindurchzuführendes und daran festzulegendes Teil können verschiedenartige Typen von Teilen gewählt werden, und spezielle Beispiele derartiger Teile werden noch aufgeführt. Wenn ein anderes Durchführungsteil an dem Loch 5 befestigt wird und das Loch 5 abgedichtet wird, weist jedoch das als Dichtteil verwendete Kunstharz im wesentlichen das gleiche Material auf wie dasjenige des Isolators 3, wirkt aber nur als Dichtteil, da die Isolierfunktion bei dem Dichtteil nicht immer erforderlich ist.

Die Dichtleistung der Dichtstruktur gemäß der Erfindung zeichnet sich durch hohe Druck- und Stoß-Widerstandsfähigkeit aus und kann einen Dichtzustand über eine lange Zeit stabil aufrechterhalten.

Fig. 1 zeigt den Zustand, in dem das Loch 5A dadurch ausgebildet ist, daß die Dichtstruktur gemäß der Erfindung in dem Zustand an dem Loch 5 der Metall-Basis 4 angebracht wurde, in dem das leitende Teil 1 durch das Loch 5 der Metall-Basis 4 hindurchgeführt ist, und daß das leitende Teil an dem Loch 5 befestigt ist sowie das Loch 5 durch den Effekt der

plastischen Verformung (Metallfluß) der Metall-Basis 4 sowie den Verformungseffekt aufgrund der elastischen Plastizität des Isolators 3 festgelegt ist.

Die Metall-Basis 4 ist der Wandteil eines Behälters, z.B. eines Druckbehälters, dessen Inneres unter Hochdruck steht, eines Vakuumbehälters mit hohem Vakuum im Inneren, eines geschlossenen Behälters, dessen Inneres im abgedichteten Zustand ein Gas oder eine Flüssigkeit enthält, und dgl., und die Basis 4 ist ein Metallteil in dem Wandteil. Die Metall-Basis 4 ist ein Trennteil zum Isolieren der an ihren entgegengesetzten Seiten liegenden Bereiche. Wenn die Metall-Basis 4 ein Teil des Behälters ist, isoliert die Metall-Basis 4 den Bereich innerhalb des Behälters von dem Bereich außerhalb des Behälters. Wenn die Metall-Basis 4 der Druckbehälter oder Vakuumbehälter ist, befindet sich der Bereich innerhalb der Metall-Basis in einem Hochdruck- oder Vakuum-Zustand, und der Bereich außerhalb der Metall-Basis 4 steht unter atmosphärischem Druck. Dies bedeutet, daß die Metall-Basis 4 vorzugsweise als Trennteil für die beiden Bereiche wirkt, wenn eine Druckdifferenz existiert.

Ferner kann als weiteres Beispiel eine andere Art von Gasen oder Flüssigkeiten, die im wesentlichen den gleichen Druck aufweisen, in den Bereichen an den entgegengesetzten Seiten der Metall-Basis 4 existieren, und in diesem Fall kann die Metall-Basis 4 als ein Trennteil für die beiden Arten von Gasen oder dgl. dienen. Generalisiert man dies, kann die Metall-Basis 4 als Trennteil für an ihren entgegengesetzten Seiten herrschende physisch (chemisch) unterschiedliche Umstände in den Bereichen verwendet werden. Ergänzend dazu kann der Fall, daß die gleiche Art von Gas oder Flüssigkeit in den Bereichen an den entgegengesetzten Seiten unterschiedliche Phasen (Zustände oder Eigenschaften) aufweist, als Unterschied der physikalischen Bedingungen angenommen werden.

Die Dicke der Metall-Basis 4 beträgt z.B. ungefähr 3 - 10 mm. Ferner kann als spezielles Material für die Metall-Basis 4 jedes beliebige Material verwendet werden, in dem eine plastische Verformung erzeugt werden kann, z.B. Kupfer, weicher Stahl, Legierungen auf Aluminiumbasis, Bronze, Edelstahl (SUS) und dgl.

Ferner kann die Metall-Basis 4 als ein Stecker ausgebildet sein, der abnehmbar an dem Metallteil befestigt ist, das mit einem Teil eines Behälters versehen ist, der ein Material außer Metall aufweist, oder er kann an einem Behälter befestigt sein, der ein Material außer Metall aufweist. Zur Ausbildung der Dichtstruktur gemäß der Erfindung muß die Basis 4 typischerweise ein Metallmaterial aufweisen, jedoch muß der Behälter nicht immer aus Metall bestehen.

Wie oben beschrieben, weist das leitende Teil den Leiter 2 als Kern-Teil und den Isolator 3 auf, der den Leiter 2 abdeckt und die Isolierung zwischen dem Leiter 3 und der Metall-Basis 4 aufrechthält. Es ist wichtig, daß der Isolator 3 als Dichtteil wirkt. Der Isolator 3 hat vorzugsweise eine Länge, die gleich oder größer ist als die Dicke der Metall-Basis 4. Der Leiter 2 und der Isolator 3 ragen vorzugsweise aus den Öffnungen an den entgegengesetzten Enden des Lochs 5 heraus.

Der Leiter 2 weist vorzugsweise ein linienförmiges Teil oder ein stiftförmiges Teil mit hoher Steifigkeit auf und wirkt als elektrische Signalherausführungsleitung oder elektrisches Verbindungsteil. Der als linienförmiges Teil ausgebildete Leiter 2 ist z.B. ein blanker Draht, und der als stiftförmiges Teil ausgebildete Leiter wird z.B. als Austausch-Anschluß, Stromzufuhranschluß und dgl. verwendet. Fig. 1 zeigt einen Abschnitt des Leiters 2 als linienförmiges Teil oder stiftförmiges Teil. Der Leiter 2 hat einen Durchmesser von z.B. 0,5 mm.

Ferner ist, wenn der Leiter 2 der als Austausch-Anschluß, Stromzufuhranschluß und dgl. verwendete Stift ist, der Abschluß mit einem Gehäuse vom geschlossenen Typ verbunden, in dessen Innerem eine elektrische Einrichtung aufgenommen ist, und die Metall-Basis 4 ist ein Teil des Gehäuses vom geschlossenen Typ. Üblicherweise ist die elektrische Einrichtung eine Einrichtung, die unter Verwendung von Halbleiterelementen und dgl. gebildet ist.

Der Isolator 3 weist ein Material mit elastischer Plastizität auf und hat die Funktion, den Leiter und die Metall-Basis 4 zu isolieren, und die Funktion eines Dichtteils zum Abdichten des Lochs 5, wenn das leitende Teil 1 an dem Loch 5 festgelegt ist. Vorzugsweise wird Kunstharz als Material des Isolators 3 verwendet. Insbesondere handelt es sich bei dem Material des Kunstharzes um ein relativ hartes Harz, wie z.B. Polyphenylensulfid (PPS), Polyetherimid (PEI), Polyetherketon (PEEK), Polyimid (PI) und dgl. Die Dichtleistung an dem Loch 5 wird durch den Dichteffekt des Isolators 3 beträchtlich verbessert, da das Dichtteil und der Isolator 3 einen sehr hohen Widerstand gegen eine Kraft zum Herausdrücken des Leiters 1 aufbringen. Der Isolator 3 hat z.B. eine rohrartige Form und ist mit einem Loch 3a versehen, das in seinem zentralen axialen Bereich ausgebildet ist, so daß der Leiter durch den Isolator hindurchgeführt wird. Das Loch 3a des Isolators 3 weist einen unter dem Gesichtspunkt der noch zu beschreibenden Dichtstruktur geeigneten Durchmesser auf. Vorzugsweise ist der Innendurchmesser des Lochs 3a des Isolators 3 im wesentlichen gleich der dem Durchmesser des Leiters 2. Generell wird das leitende Teil hergestellt, indem der unabhängig von dem Isolator 3 vorgesehene Leiter 2 in das Loch 3a des röhrenförmigen Isolators 3 eingeführt wird. Ferner gleicht vorzugsweise der Außendurchmesser der Isolators 3 im wesentlichen dem Innendurchmesser des Lochs 4 der Metall-Basis. Anders ausgedrückt ist es ideal, daß der Zwischenraum zwischen dem leitenden Teil 1 und der Innenfläche des Lochs 5 in dem Zustand der Hindurchführung

des leitenden Teils durch das Loch 5 null beträgt. Der numerische Wert des Außendurchmessers des Isolators 3 (Durchmesser der Außenumfangsfläche) beträgt z.B. 1,6 mm.

Gemäß einem weiteren Verfahren zum Herstellen des leitenden Teils 1 wird der linienförmige Leiter 2 in einen Behälter eingeführt, in dem ein geschmolzenes Kunstharz enthalten ist, und der Leiter 2 wird durch ein Loch mit vorbestimmtem Durchmesser geführt, so daß das Kunstharz in natürlicher Weise an dem Leiter 2 anhaftet, und ferner wird das Kunstharz später gekühlt, so daß das Kunstharz als Abdeckteil an der Oberfläche des Leiters 2 anhaftet. In diesem Fall haftet das Kunstharz als Isolator intim und fest an der Oberfläche des Leiters 2 an.

Das den Leiter 2 und den Isolator 3 aufweisende leitende Teil 1 wird durch die sich vorwölbenden Teile 6 der Metall-Basis 4 in der Nähe der Öffnungen an den entgegengesetzten Enden des Lochs 5 in dem Zustand verstemmt, in dem das leitende Teil 1 durch das in die Metall-Basis 4 gebohrte Loch 5 geführt ist. Die sich vorwölbenden Teile wirken als Verengungsbereiche. Das leitende Teil 1 ist an dem Loch 5 der Metall-Basis 4 mittels einer Kompressionskraft (Spannungsaufbringungskraft), die durch die Verformung der oberen und unteren sich vorwölbenden Teile 6 erzeugt wird, mit Kraft festgelegt, und der Isolator 3 sowie das Loch 5 zum Herausführen des leitenden Teils 1 sind aufgrund der Verformung der oberen und unteren sich vorwölbenden Teile 6 und des Isolators 3 abgedichtet.

Im folgenden wird die physikalische Wirkung der Dichtstruktur gemäß der Erfindung genauer beschrieben.

Wenn bei der Dichtstruktur gemäß Fig. 1 ein Druck (Kompressionskraft) um die Öffnungen an den entgegengesetzten Enden (an den oberen und

unteren Seiten in Fig. 1) des Lochs 5 auf die Metall-Basis 4 aufgebracht wird, um das durch das Loch 5 geführte leitende Teil zu verstemmen, wird in der Nähe der oberen und unteren Öffnungen des Lochs 5 gemäß Fig. 1 eine plastische Verformung (ein plastischer Fluß) in der Metall-Basis erzeugt, und ein Teil der Metall-Basis wird durch die plastische Verformung zur Mittelachse des Lochs 5 in der Axialrichtung des Lochs bewegt, so daß die sich vorwölbenden Teile geformt werden. Jeder der an den entgegengesetzten Enden des Lochs 5 ausgebildeten sich vorwölbenden Teile 6 wölbt sich im wesentlichen gleichförmig von der Innenwandfläche des Lochs 5 einwärts über den gesamten Umfang des Lochs vor und nimmt eine Ringform an. Der Isolator 3 mit der elastischen Plastizität wird aufgrund der sich vorwölbenden Teile 6, die an den entgegengesetzten Enden des Lochs 5 ausgebildet sind und einen Verengungseffekt haben, von seinem gesamten Umfang her stark zusammengedrückt. Gleichzeitig wirkt der Isolator 3 als Dichtteil und wird wegen seiner elastischen Plastizität durch den Druckeffekt der sich vorwölbenden Teile 6 über seinen gesamten Umfang gleichförmig nach innen hin verformt. Der Isolator 3 wird in seiner gesamten Konfiguration im wesentlichen zu einer Spindelform (oder Faßform) zusammengedrückt und in diesem Zustand belassen, aus dem er nicht entweichen kann, und somit ist ein in ihm erzeugter Innendruck in dem durch die oberen und unteren sich vorwölbenden Teile 6 regulierten Raum eingeschlossen, und zwar mit einem Druck, der so hoch ist, daß eine altersbedingte verstärkte Nachgiebigkeit des Isolators 3 verhindert wird. Der in dieser Weise verformte Isolator 3 legt den Leiter 2 mittels des sehr starken Innendrucks fest und zeigt eine Dichtwirkung mit sehr hoher Widerstandsfähigkeit gegenüber Druck. Ferner kann der Isolator 3 durch den Dichteffekt für eine sehr lange Zeit eine stabile Abdichtung bilden.

Bei der oben beschriebenen Anordnung ist die Metall-Basis 4 vorzugsweise ein Teil der Behälterwand des Druckbehälters, dessen Inneres sich in

einem Hochdruckzustand befindet, oder eines Vakuumbehälters, in dessen Innerem ein hohes Vakuum herrscht, und das leitende Teil hat die Funktion eines Signalübertragungsteils oder eines Übertragungsteils für elektrische Energie, um ein elektrisches Signal oder Energie, das bzw. die von einer elektrischen Einheit wie z.B. einem Drucksensor oder dgl., die in der Hochdruckumgebung angeordnet ist, oder einer anderen elektrischen Einheit, die in einer Hochvakuum-Umgebung angeordnet ist, aus dem Behälter herauszuführen, wie oben beschrieben wurde.

Im folgenden wird ein Verfahren, mittels dessen das leitende Teil 1 an dem Loch 5 der Metall-Basis 4 festgelegt wird und die Dichtstruktur ausgebildet wird, anhand Fig. 2 und 3 beschrieben.

Gemäß Fig. 2 wird das leitende Teil 1, das den Leiter 2 und den Isolator 3 aufweist, durch das in die Metall-Basis 4 gebohrte Loch 5 hindurchgeführt und darin plaziert, und die beiden ringförmigen Druckaufbringungs-Metallhalter 8 und 9 werden in der Nähe der beiden Öffnungen an den entgegengesetzten Enden des Lochs 5 in dem Zustand angeordnet, in dem die Position einer Mittelachse mit der Mittellinie 7 des leitenden Teils ausgerichtet ist. In diesem Anordnungszustand werden die beiden Druckaufbringungs-Metallhalter 8 und 9 entlang der Mittellinie 7 zu der Metall-Basis 4 hin bewegt und durch Aufbringung einer erforderlichen Kompressionskraft um die Öffnungen des Lochs 5 herum kräftig in den Umfangsbereich der Metall-Basis 4 hineingedrückt. Die Druckaufbringungs-Metallhalter 8 und 9 können durch jedes beliebige Verfahren mit Kraft eingeführt werden. Dies bedeutet, daß sie in kurzer Zeit mit Kraft eingeführt werden können, indem sie stoßbeaufschlagt werden, oder langsam eingeführt werden können, indem dazu eine relativ lange Zeit angesetzt wird. Ferner können die beiden Druckaufbringungs-Metallhalter 8 und 9 gleichzeitig oder mit einer Zeitverzögerung mit Kraft eingeführt werden. Die Vorrichtung zum kraftvollen Einführung der Druckaufbringungs-Me-

tallhalter 8 und 9 ist nicht gezeigt.

Wenn die Druckaufbringungs-Metallhalter 8 und 9 den Vorgang den Kraft-Kompressionsvorgang durchführen, bringen sie einen Druck 11 (Kompressionskraft) auf die Metall-Basis 4 auf und erzeugen eine plastische Verformung zur Bildung der sich vorwölbenden Teile 6, wie Fig. 3 zeigt. Jeder der sich vorwölbenden Teile 6 hat entlang des gesamten Umfangs der Innenwandfläche des Lochs 5 eine Ringform. Die sich vorwölbenden Teile 6 weisen ein Maß an Wölbung auf, das dem mittels der Druckaufbringungs-Metallhalter 8 und 9 erzeugten Maß der Kompression gleich ist. Wenn die sich vorwölbenden Teile 6 durch die plastische Verformung des Metall-Basis 4 gebildet werden, wird aufgrund der sich vorwölbenden Teile 6 eine Verengungs- und Kompressionskraft auf den Isolator 3 des leitenden Teils 1 aufgebracht. Der das Kunstharz aufweisende und mit elastischer Plastizität versehene Isolator 3 wird durch die Verengungs- und Kompressionskraft, die durch die sich vorwölbenden Teile 6 der Metall-Basis 4 aufgebracht wird, welche nahe den Öffnungen an deren entgegengesetzten Enden angeordnet sind, eingeklemmt und in einem Hochdruckzustand, dessen Ausmaß ein altersbedingtes Nachgeben des Isolators 3 verhindert, in dem Loch gehalten. Folglich wird der Isolator im wesentlichen zu einer Spindelform deformiert. Der Leiter 2 des leitenden Teils 1 ist aufgrund der Kompressivkraft, die der durch Verengungs- und Kompressionskraft spindelförmig verformte Isolator 3 erzeugt, sehr stark festgelegt, so daß die Dichtstruktur für das Loch 5 gebildet wird, durch das das leitende Teil 1 durchgeführt wird.

Da der um die Öffnungen an den entgegengesetzten Enden des Lochs 5 gelegene Bereich der Metall-Basis durch die Druckaufbringungs-Metallhalter 8 und 9 mit Kraft komprimiert wird, werden um die Öffnungen herum gemäß Fig. 1 Ringnuten 10 gebildet.

Ferner kann der durch die Druckaufbringungs-Metallhalter 8 und 9 bewirkte Kraft-Kompressionseffekt an den beiden an den entgegengesetzten Enden des Lochs 5 gelegenen Positionen der Öffnungen erzielt werden, indem die beiden Druckaufbringungs-Metallhalter 8 und 9 verwendet werden, oder der Effekt kann an nur einer einzigen der Positionen der Öffnungen erzielt werden, indem nur ein einziger der Druckaufbringungs-Metallhalter 8 und 9 verwendet wird. Der an den beiden Positionen herbeigeführte Effekt ist geeignet zum Abdichten von Flüssigkeit, Gas oder dgl. bei hohem Druck. Ferner kann ein Fluid, das einen relativ niedrigen Druck aufweist, an einer einzigen Position abgedichtet werden.

Fig. 4, die als nächstes erläutert wird, zeigt eine Tabelle mit Beispielen bestimmter numerischer Werte, die experimentell für das Verhältnis zwischen der durch die Druckaufbringungs-Metallhalter aufgebrauchten Kompressionskraft (Kompressionsbelastung) und der Kraft zum Herausziehen des Leiters 2 des an der Metall-Basis 4 festgelegten leitenden Teils 1 ermittelt wurden. Fig. 5 zeigt eine schematische Ansicht der Bemerkungen eines bei dem Experiment verwendeten Testobjekts. In Fig. 5 ist eine Länge in Millimeter-Einheiten gezeigt, und in der Figur sind mindestens drei leitende Teile 1 an der Metall-Basis 4 befestigt. Das Material der Metall-Basis ist frei schneidbares Messing, und bei dem Material des Leiters 2 handelt es sich um einen Ni-Fi-Draht. Die Tabelle gemäß Fig. 4 zeigt Kräfte zum Herausziehen gegenüber jeweiligen Kompressionskräften bei Verwendung zweier Arten von Isolatoren A und B aus unterschiedlichen Materialien (Kunstharzen) für den Isolator 3. Der Isolator A bestand aus PPS, und der Isolator B bestand aus PEEK. Aus der Tabelle gemäß Fig. 4 ist ersichtlich, daß bei Erhöhen der Kompressionskraft auch die Kraft zum Herausziehen zunimmt. Ferner die Kraft zum Herausziehen je nach dem Material des Isolators 3 unterschiedlich.

Fig. 6 zeigt eine Tabelle der Ergebnisse eines Impulstests (Dreiwellenim-

puls) hinsichtlich des Druckwiderstandes. Bei diesem Test betrug ein Basisdruck 350 kg/cm^2 , ein Spitzendruck betrug 525 kgf/cm^2 , ein Testbehälter und ein Testöl hatten eine Temperatur von 100°C , und die Repetitionszahl betrug eine Million Male (ein Mal pro Sekunde). Bei diesem Test wurden ebenfalls die beiden Arten der Kunstharz-Materialien (PPS, PEEK) verwendet. Ein Ergebnis "kein Problem" (OK) wurde bei einer Kompressionskraft von 300 - 500 kgf erzielt, wenn der Isolator aus PPS bestand, und das Ergebnis "kein Problem" (OK) wurde bei einer Kompressionskraft von 300 - 600 kgf erzielt, wenn der Isolator aus PEEK bestand.

Im folgenden wird anhand Fig. 7 die Verteilung der kompressiven Belastung in der Radialrichtung der Innenumfangsfläche des Isolators 3 beschrieben, die sich ergab, wenn der Druckaufbringungs-Metallhalter 8 mit Kraft in die Metall-Basis 4 gedrückt und dann aus dieser entfernt wurde. In diesem Fall wurde PEEK als Material zum Bilden des Isolators 3 verwendet, und der Leiter 2 und die Metall-Basis 4 bestanden aus den oben aufgeführten Materialien.

In der oberen Darstellung von Fig. 7 ist mit 2 ein Leiter bezeichnet, mit 3 ein Isolator bezeichnet und mit 4 eine Metall-Basis bezeichnet. Ein leitendes Teil 1, das den Leiter 2 und den Isolator 3 aufweist, ist in der oberen Darstellung von Fig. 7 horizontal gezeigt, und zwar aus Gründen der besseren Veranschaulichung nur anhand des Bereiches seiner oberen linken Hälfte. Mit 8 ist ein Druckaufbringungs-Metallhalter bezeichnet, der nur zur Hälfte gezeigt ist. Ferner ist mit 8A der durch eine Doppelpunkt- und Strich-Linie dargestellte Druckaufbringungs-Metallhalter gezeigt, der in der Richtung einer Kompressionskraft 11 kraftvoll eingeführt ist. Wenn der Druckaufbringungs-Metallhalter 8 durch die Kompressionskraft 8 mit Kraft in die Position 8A eingeführt ist, wird nahe der Öffnung des Lochs 5 eine plastische Verformung über den gesamten Umfang der Innenwandfläche des Lochs 5 der Metall-Basis 4 erzeugt, so daß der genannte sich

vorwölbende Teil 6 erzeugt wird.

Die untere Darstellung von Fig. 7 zeigt die Ergebnisse der Simulation des Verformungsvorgangs, dem die Metall-Basis 4 um die Öffnung des Lochs 5 herum mittels des Druckaufbringungs-Metallhalters 8 unterzogen wird, wobei die Simulation mittels eines nichtlinearen strukturellen Analyseprogramms (NIKEH/2D) ausgeführt wurde. Ein Analysemodell weist eine zweidimensionale Achsensymmetrie auf. Als einschränkende Bedingung waren jeweilige Bereiche in parallel zu einer Mittellinie 12 verlaufenden Richtungen beweglich. In der unteren Darstellung von Fig. 7 entspricht die Koordinate der Abszisse dem Positionsverhältnis in der obigen Darstellung von Fig. 7 und zeigt einen Abstand von dem linken Ende des Isolators 3 (das den Ausgangspunkt bildet), und die Ordinate zeigt eine Kompressivbelastung in der Radialrichtung an der Innenumfangsfläche des Isolators 3. Bei der in dieser Weise erhaltenen Belastungsverteilung 13 ist eine Kompressivbelastung durch einen Minus-Belastungswert repräsentiert.

Wie aus der Belastungsverteilung 13 gemäß Fig. 7 ersichtlich ist, ist der Leiter durch eine große Befestigungskraft festgelegt, die durch den Isolator 3 aufgebracht wird. Gemäß der Belastungsverteilung 13 wird ein Kompressivbelastungsteil 13a, das für eine große Befestigungskraft verwendet wird, insbesondere an der Position (Punkt 14) innerhalb der Metall-Basis statt an deren Oberfläche gebildet, wobei dort ein Druck mittels des Druckaufbringungs-Metallhalters 8 und auf den übrigen Bereich eine Kompressivbelastung von ungefähr 3 kgf/mm^2 aufgebracht wird. Wie die Belastungsverteilung 13 zeigt, ist der Leiter 2 als Kern-Teil des leitenden Teils 1 durch den inneren Druck, der aufgrund des von dem Druckaufbringungs-Metallhalter 8 auf den Isolator 3 aufgetragenen Drucks als Verengungs- und Kompressionskraft auf den Isolator 3 einwirkt, mit Kraft festgelegt und gehalten.

Es ist zu beachten, daß der Spitzendruck von ungefähr 16 kgf/mm^2 oder mehr an dem oben genannten Teil 16a erzeugt wird, das durch die hohe Befestigungskraft befestigt wird. Aufgrund des Spitzenwertes kann eine Dichtstruktur mit ausgezeichneter Dichtleistung gebildet werden. Ferner kann die Belastungsverteilung nach Belieben verändert werden, indem durch Einstellen der Kompressionskraft das Maß der Einführung verändert wird. Die Eigenschaften der oben angeführten Belastungsverteilung sind ferner an dem rechten Endbereich des Isolators 3 in einer Form ausgebildet, die zu derjenigen in der unteren Darstellung von Fig. 7 symmetrisch ist.

Fig. 8 zeigt die Verteilung der kompressiven Belastung, die sich in der Radialrichtung an der Außenumfangsfläche des Isolators 3 in dem Zustand ergibt, in dem der Druckaufbringungs-Metallhalter 8 mit Kraft in die Metall-Basis 4 eingeführt wurde und dann aus dieser entfernt wurde.

Die obere Darstellung in Fig. 8 gleicht derjenigen in Fig. 7, und die untere Darstellung von 8 gleicht im wesentlichen derjenigen in Fig. 7 und zeigt die Verteilung einer Kompressivbelastung in der Radialrichtung an der Außenumfangsfläche des Isolators. Dies ist ebenfalls ein Ergebnis der Analyse der Verarbeitungssimulation, die mittels des nichtlinearen strukturellen Analyseprogramms (NIKEH/2D) ausgeführt wurde. Gemäß einer Belastungsverteilung 15 wird auch an der Außenumfangsfläche des Isolators 3 ein Teil 15a mit großer Befestigungskraft an der Position innerhalb der Metall-Basis statt an deren Oberfläche erzeugt, wobei an diesem Teil ein Druck durch den Druckaufbringungs-Metallhalter 8 aufgebracht wird, und ferner wird eine Kompressivbelastung von ungefähr 3 kgf/mm^2 auf den zentralen Bereich außerhalb des obigen Bereiches aufgebracht.

Es ist ersichtlich, daß der Leiter 2 durch die Verengungs- und Kompressi-

onskraft und die mit dieser einhergehenden Verformung des Isolators 3 gehalten wird. Ferner wird ein Spitzenwert von ungefähr 12 kgf/mm^2 an dem Befestigungskraft-Teil 15a erzielt, und durch den Spitzenwert kann einer sehr gute Dichtleistung erzeugt werden.

Aus den obigen Verarbeitungssimulationen ist ferner ersichtlich, daß der Leiter 2, der Isolator (d.h. das Kunstharz-Material des Dichtteils) 3 und die Metall-Basis einen Dichteffekt bewirken, während sie jeweils der Kompressivkraft ausgesetzt sind. Folglich kann für das zum Durchführen des Teils vorgesehene Loch eine Dichtstruktur mit sehr hoher Druckfestigkeit erzeugt werden.

Im folgenden wird die Beziehung zwischen einem Temperaturanstieg und einer Kraft zum Herausziehen anhand der Tabelle gemäß Fig. 9 beschrieben. Das Verhältnis zwischen dem Temperaturanstieg und der Kraft zum Herausziehen wird ermittelt, indem die auf den Druckaufbringungs-Metallhalter aufgebrachte Kompressivkraft auf 600 kgf eingestellt wird und der oben genannte Isolator B (PEEK) als Isolator verwendet wird. Das Material des Leiters 2 und der Metall-Basis 4 ist das gleiche wie oben. Gemäß der in Tabelle von Fig. 9 wird die Herausziehkraft bei einer hohen Temperatur von 120°C auf die Hälfte der Herausziehkraft bei -40°C reduziert. Die Herausziehkraft von 7 kgf bei 120°C ist jedoch ausreichend, wenn in Betracht gezogen wird, daß der Leiter 2 einen kleinen Durchmesser (ungefähr $0,5 \text{ mm}$ bei praktischer Anwendung) hat. Rechnerisch ergibt sich, wenn ein Signal aus dem Inneren eines Druckbehälters mit einem Innendruck von 350 kgf/cm^2 herausgeführt wird, ein Sicherheitsfaktor 12.

Fig. 10 zeigt eine weitere Ausführungsform der gemäß der Erfindung ausgebildeten Dichtstruktur für das Loch zum Durchführen von Teilen. Fig.10 entspricht Fig.3, und es werden die gleichen Bezugszeichen wie in

Fig. 3 verwendet, um die in Fig. 10 im wesentlichen gleichen Elemente zu bezeichnen. Bei der Struktur gemäß dieser Ausführungsform steht ein ringförmiger Vorsprung, der zunächst z.B. an der unteren Öffnung des in die Metall-Basis gebohrten Lochs ausgebildet wird, in einer radialen Richtung nach innen vor und ist als abgestuftes Loch 4a ausgebildet. Somit hat die untere Öffnung des Lochs 5A einen kleineren Durchmesser als der übrige Bereich des Lochs. Das leitende Teil wird von der oberen Öffnung des Lochs 5 her eingeführt, bevor es komprimiert wird. An dem unteren Ende des Isolators 3 des leitenden Teils 1 ist ein Bereich mit kleinem Durchmesser vorgesehen, um einen abgestuften Abschnitt 3a zu bilden. Der abgestufte Abschnitt 3a greift mit dem abgestuften Loch 4a zusammen, um zu verhindern, daß das leitende Teil 1 aus der unteren Öffnung des Lochs 5A herausgezogen wird. Es ist nur ein oberer Druckaufbringungs-Metallhalter 8 vorgesehen. Wenn der obere Druckaufbringungs-Metallhalter 8 in dem Zustand, in dem das leitende Teil 1 in dem Loch 5 der Metall-Basis 4 angeordnet ist, mit Kraft in die Metall-Basis 4 gedrückt wird, wird das Loch 5A gebildet, um die Dichtstruktur gemäß Fig. 10 zu erzeugen. Da das abgestufte Loch 4a das Herausziehen des Isolators 3 verhindert, wird durch die plastische Verformung der Metall-Basis 4, die durch den von dem Druckaufbringungs-Metallhalter 8 ausgeübten Druck entsteht, das bereits erwähnte sich vorwölbende Teil 6 an der Öffnung an dem oberen Ende des Lochs 5A erzeugt, und somit wird eine Verengungs- und Kompressionskraft aufgebracht, um den Isolator 3 zu verformen. Gleichzeitig wird die Verformung des unteren Teils des Isolators 3 durch das abgestufte Loch 4a reduziert, und dadurch wird der Isolator 3 in dem durch das abgestufte Loch 4a und den sich vorwölbenden Teil 6 gebildeten Raum eingeklemmt. Gemäß der Anordnung bei dieser Ausführungsform kann eine Dichtstruktur gebildet werden, die widerstandsfähig gegenüber hohem Druck ist und nur einen einzigen Druckaufbringungs-Metallhalter 8 erfordert.

Fig. 11 zeigt eine Modifikation der Ausführungsform gemäß Fig. 10. Bei dieser Ausführungsform ist die obere Fläche des in den unteren Teil des Lochs 5A gebohrten abgestuften Lochs 4a, d.h. die Innenfläche des Lochs 5A, verjüngt ausgebildet. Die Struktur dieser Ausführungsform gleicht mit Ausnahme dieser Tatsache der im Zusammenhang mit Fig. 10 beschriebenen Struktur. Wenn bei dieser Ausführungsform die Metall-Basis 4 um die Öffnung an dem oberen Ende des Lochs 5 durch den Druckaufbringungs-Metallhalter 8 mit Kraft komprimiert wird, wird durch plastische Verformung das sich vorwölbende Teil 6 an der Innenfläche des Lochs nahe dem oberen Ende ausgebildet, und das untere abgestufte Loch 4a wirkt als Verformungsbeschränkungsteil, so daß der Isolator 3 eingeklemmt wird.

Fig. 12 zeigt ein Beispiel der äußeren Ausgestaltung, die derart ausgebildet ist, daß die beiden Löcher z.B. in die Metall-Basis 4 gebohrt sind und das leitende Teil 1 durch jedes der Löcher geführt wird und mittels der z.B. in Fig. 1 gezeigte Dichtstruktur abgedichtet wird. Zur Erleichterung der Beschreibung ist die Metall-Basis unter Weglassung des Umfangs des Teils gezeigt, an dem die Dichtstruktur ausgebildet ist. Gemäß Fig. 12 werden die Ringnuten 10 gebildet, indem der Umfang der Öffnungen mittels des Druckaufbringungs-Metallhalters 8 verstemmt wird. Es ist anzumerken, daß bei diesem leitenden Teil 1 die linienförmigen Leiter 2 oder Leiterdrähte verwendet werden.

Fig. 13 zeigt eine Ausführungsform eines Steckers, bei dem durch Applikation der oben beschriebenen Dichtstruktur mehrere Leiterherausziehteile gebildet sind. Der Stecker 1 ist mit mehreren Leiterherausziehteilen ausgebildet, die jeweils zum Herausziehen des linienförmigen Leiters 2 vorgesehen sind. Das Material des Steckers 21 ist das gleiche wie dasjenige der zuvor beschriebenen Metall-Basis, und an der Umfangsfläche des Steckers 21 ist eine ringförmige Ausnehmung ausgebildet, und an der

Ausnehmung ist ein O-Ring befestigt. Für diese weitere Ausführungsform werden die gleichen Bezugszeichen wie in Fig. 12 verwendet, um gleichartige Elemente in Fig. 13 zu bezeichnen.

Fig. 14 zeigt eine Ausführungsform, bei dem die Dichtstruktur gemäß Fig. 1 an den für einen Stecker vom Gewinde-Typ vorgesehenen Leiterherausziehteilen befestigt ist. Der Stecker 24 vom Gewinde-Typ ist an seiner unteren Umfangsfläche mit einem Schraubenteil 25 versehen und an einem Befestigungsteil befestigt, indem der derart in dessen Gewindeöffnung eingeschraubt ist, daß der Stecker 24 eine hohe Dichtleistung erzielt. Gemäß Fig. 4 sind mindestens zwei Leiter 2 an dem in den Stecker 24 vom Gewinde-Typ gebohrten Loch 5A in dem Zustand festgelegt, in dem jeder der Leiter von dem spindelförmigen Isolator 3 bedeckt ist, und somit ist die oben beschriebene Dichtstruktur an jedem der beiden leitenden Teile 1 ausgebildet. Das Material des Steckers 24 vom Gewinde-Typ ist das gleiche wie dasjenige der bereits erläuterten Metall-Basis.

Fig. 15 zeigt eine weitere Ausführungsform des Steckers vom Gewinde-Typ. Der Stecker vom Gewinde-Typ gemäß dieser Ausführungsform ist derart ausgebildet, daß unter Verwendung des einzelnen Lochs 26 und eines einzelnen Isolators 27 durch Anbringung der erwähnten Dichtstruktur mindestens zwei linienförmige Leiter 2 an einem einzigen Loch 26 befestigt sind. Diese Ausführungsform hat eine einfache Struktur und kann leicht hergestellt werden.

Die im Zusammenhang mit den jeweiligen obigen Ausführungsformen beschriebene Dichtstruktur befestigt das leitende Teil 1 an dem in die Metall-Basis 4 gebohrten Loch 5, wobei das leitende Teil den Leiter 2 als Kern-Teil und den Kunstharz-Isolator 33 als Dichtteil zum Bedecken des Leiters 2 verwendet. Jedoch ist das betreffende Teil, das durch das Loch 5 hindurchgeführt wird und durch die obige Dichtstruktur an diesem fest-

gelegt wird, nicht auf den Leiter 2 in der oben beschriebenen Ausgestaltung beschränkt. Als Teil in diesem Sinn kann auch ein anderes Teil mit einer vorbestimmten Steifigkeit und einer geeigneten Länge, die größer ist als die Dicke der Metall-Basis 4, unter Verwendung der Dichtstruktur festgelegt und abgedichtet werden, wobei das Teil z.B. ein Metallrohrteil für strömendes Gas, ein Wärmerohr zur Hindurchleiten eines Wärmemediums, eine optische Faser zum Übertragen optischer Signale oder ein ähnliches Teil sein kann. Diese Teile werden durch das beschriebene Loch 5 hindurchgeführt und mittels der beschriebenen Dichtstruktur in dem Zustand festgelegt, in dem sie im wesentlichen mit dem gleichen Kunstharz-Material wie der beschriebene Isolator 3 bedeckt sind.

Ein spezielles Beispiel eines Metallrohrs zum Leiten von Gas oder einer Flüssigkeit ist ein Rohr zum Leiten eines Kühlmediums, das bei einer Kühlapparatur eines Kühlraums verwendet wird. Die Metall-Basis, an der das Metallrohrteil zum Leiten von Gas oder Flüssigkeit angeordnet ist, ist ein Teil einer Wand eines Behälters, z.B. eines geschlossenen Behälters, in dem das Gas oder die Flüssigkeit eingeschlossen ist. Ferner muß, wenn das Teil, z.B. das Wärmerohr, die optische Faser oder dgl. durch das Loch 4 der Metall-Basis 4 geführt wird und mittels der Anbringung der Dichtstruktur mit dem Loch 5 an dem Loch 5 festgelegt wird, bei dem Isolator 3 das Augenmerk eher auf die Dichtleistung des Kunstharz-Materials auf dessen Isoiereigenschaften gelegt werden, und somit wirkt das synthetische Material als Dichtteil.

Ferner ist die Metall-Basis 4 oft die Behälterwand des oben beschriebenen Vakuumbehälters. Dabei dient die für das leitende Teil 1 vorgesehene Dichtstruktur zum Isolieren des unter reduziertem Druck befindlichen Bereiches des Vakuumbehälters von dem unter atmosphärischem Druck befindlichen Bereich außerhalb des Vakuumbehälters. Ferner dient in diesem Fall das leitende Teil 1 als elektrische Verbindungseinrichtung zum

Verbinden einer in der Vakuumeinheit angeordneten elektrischen Einheit mit einer außerhalb des Vakuumbehälters angeordneten elektrischen Einrichtung.

Hinsichtlich der Vakuum-Dichteigenschaften in dem Fall, in dem die Dichtstruktur gemäß der Erfindung für den oben beschriebenen Metall-Vakuumbehälter verwendet wird, werden im folgenden die Ergebnisse eines Tests der Gas-Dichtigkeit der Vakuum-Dichtfunktion aufgeführt.

(1) Testverfahren

Der Test wurde mittels eines Verfahrens mit Vakuumumgebung unter Verwendung eines Helium-(He-)Gases durchgeführt.

(2) Testergebnis

Es konnte eine Leistung von $1 \times 10^{-9} \text{ atm} \cdot \text{cm}^3/\text{sek.}$ erzielt werden.

Somit kann die Dichtstruktur gemäß der Erfindung eine ausgezeichnete Vakuum-Dichtleistung erbringen, z.B. wenn die Dichtstruktur für ein Heliumgas in einer Vakuumeinrichtung verwendet wird.

Im folgenden werden die Eigenschaften des intimen Kontakts zwischen dem in die Metall-Basis 4 gebohrten Loch 5, dem durch das Loch hindurchzuführenden und darin festzulegenden Teil und dem Kunstharz-Material beschrieben, das in der genannten Dichtstruktur als Dichtteil verwendet wird. Vorzugsweise werden mindestens eine der Flächen des hindurchzuführenden Teils und die Innenfläche des Lochs vorbehandelt. Wenn die Metall-Basis 4 plastisch verformt ist, um das als Dichtteil dienende Harzmaterial einzuklemmen, gelangen die Metall-Basis 4 und das durchzuführende Teil in Kontakt mit dem Kunstharz-Material, wobei dies

aufgrund der Eigenschaften der vorbehandelten Fläche des hindurchzuführenden Teils und/oder der vorbehandelten Innenfläche des Lochs 5 zusätzlich zu dem Innendruck des genannten Kunstharzes (Dichtteils) mit hohen intimen Kontakteigenschaften geschieht.

Als Beispiel für die Vorbehandlung der Fläche des durch das Loch 5 hindurchzuführenden Teils kann etwa (z.B. durch Sandstrahl) ein sehr feiner unregelmäßiger Bereich auf dessen Oberfläche ausgebildet werden. Ferner wird ein relativ großer unregelmäßiger Bereich an dem Teil der Fläche des Teils ausgebildet, der in dem Loch 5 angeordnet ist, und ferner können - z.B. zwei - Ringnuten 31 an dem Teil des durchzuführenden Teils (Kern-Teil) ausgebildet werden, der in dem Loch 5A angeordnet ist, wie Fig. 16 zeigt.

Wenn bei der Ausführungsform gemäß Fig. 16 ein Leiter 32 verwendet wird, an dem die Nuten 31 im voraus ausgebildet worden sind, und dieser durch das Loch 5 in dem Zustand hindurchgeführt wird, in dem der Leiter 32 mit dem Kunstharz-Isolator 3 bedeckt ist, und mittels der Druckaufbringungs-Metallhalter 8 und 9 die Kompressionskraft auf die Metall-Basis 4 aufgebracht wird, wie anhand der Ausführungsformen gemäß Fig. 1 beschrieben, wird der Isolator 3 durch die plastische Verformung der Metall-Basis 4 eingeklemmt und fließt in die Ringnuten 31. Bei dieser Ausführungsform gelangt der Leiter 32 in intimen Kontakt mit dem Isolator 3. In diesem Fall muß das Maß an Kompression (oder die Kompressionskraft), das von den Druckaufbringungs-Metallhaltern aufgebracht wird, unter Berücksichtigung des Volumens der Ringnuten 31 eingestellt werden. Ferner kann als weitere Ausführungsform der Leiter 32 im voraus mit dem Kunstharz-Isolator 3 in intinem Kontakt verbunden werden, und zwar Schritt, bevor der Leiter 32 durch das Loch der Metall-Basis 4 geführt wird, oder in dem Schritt, in dem der Leiter 32 in dem Zustand angeordnet wird, in dem er durch das Loch geführt wird.

Fig.17 zeigt ein Beispiel für die Anbringung der obigen Dichtstruktur an dem Loch, durch das das leitende Teil hindurchgeführt wird. Dieses Anwendungsbeispiel betrifft die Dichtstruktur des Teils zum Herausführen einer Signalleitung aus einer in einer Hydraulikschaltung angeordneten Druckdifferenz-Sensoreinheit.

In Fig. 17 ist mit 41 ein Gehäuse bezeichnet, und mit 42 ist eine Gehäuseseabdeckung bezeichnet. Obwohl das Gehäuse ein Teil der Wand - z.B. des Metallbehälters einer Hydraulikeinheit - ist, der als Hauptkörper mit einem Loch zum Einführen eines Druckmediums wie z.B. eines Hydraulikfluids oder dgl. dient, wird hier der Hauptkörper der Einfachheit halber als Gehäuse bezeichnet. Das Gehäuse weist einen Ausnehmungsteil 43, der an einem Mittelbereich des Gehäuses angeordnet ist, einen ersten Hydraulikfluideinführungsweg 44, der von seiner unteren Fläche her mit dem Ausnehmungsteil 43 in Verbindung steht, und einen zweiten Hydraulikfluideinführungsweg 45 auf, der von seiner Seitenfläche her mit dem Ausnehmungsteil 43 in Verbindung steht, wobei jeder dem Gehäuse 41 angeformt ist. Der Ausnehmungsteil 43 des Gehäuses 41 enthält einen Membrankörper 46, der ein metallisches Material aufweist und auf dem Boden des Ausnehmungsteils angeordnet ist, eine Metall-Basis 47, die an der oberen Öffnung des Ausnehmungsteils angeordnet ist, und einen Abstandhalter 48, der an einem mittleren Bereich des Ausnehmungsteils angeordnet ist.

Der Membrankörper 46 weist eine Halteeinheit 46a und eine Membraneinheit 46b auf, die als Verzerrungsteil dient, um an ihren Vorder- und Hinterflächen einen unterschiedlichen Druck aufzunehmen. Die Metall-Basis 47 dient als Deckel für den Ausnehmungsteil 43, schließt das in den Ausnehmungsteil 43 eingeführte Hydraulikfluid ein und weist mehrere leitende Teile 51 in festgelegtem Zustand auf. Jedes der leitenden

Teile 51 weist einen linienförmigen Leiter 52 und einen Isolator 53 auf. Die oben beschriebene Dichtstruktur ist derart ausgebildet, daß die leitenden Teile aus der Metall-Basis 47 herausgeführt und festgelegt sind, und die Löcher, durch die die leitenden Teile herausgeführt sind, sind abgedichtet. Aufgrund des Abstandhalters 48 ist ein Raum zwischen dem Membrankörper 46 und der Metall-Basis 47 belassen. Ein Druckdifferential-Detektionsfilm 49 zum Detektieren einer Differenz der auf die entgegengesetzten Flächen der Membraneinheit 46b aufgebrachten Drücke ist derart ausgebildet, daß ein Isolierfilm auf der oberen Fläche der Membran angeordnet ist und auf dem Isolierfilm Spannungsmesser und Verdrahtungsfilme angeordnet sind. Ein Signal, das mittels des Druckdifferential-Detektionsfilms 49 detektiert und von diesem ausgegeben wird, wird durch die leitenden Teile über eine flexible gedruckte Schaltung (FPC) 50 nach außen geleitet.

Ein erstes Hydraulikfluid C wird der unteren Fläche der Membraneinheit 46b durch den ersten Hydraulikfluid-Einführungsweg 44 zugeführt, und ein zweites Hydraulikfluid D wird der oberen Fläche der Membraneinheit durch den zweiten Hydraulikfluid-Einführungsweg 45 zugeführt. Deshalb ist der obere Raum des Membrankörpers 46 mit dem zweiten Hydraulikfluid 46 gefüllt. Der Druckdifferential-Detektionsfilm 49 ist mit einem Schutzfilm bedeckt und vor dem Hydraulikfluid geschützt. Das untere Ende des Leiters 52 des leitenden Teils 51 ist mit der FPC 50 verbunden, und das obere Ende des Leiters 52 ist mit einem Verstärker 54 verbunden. Das Gehäuse 41 ist durch mehrere Stifte 55 einstückig mit der Gehäuseabdeckung 42 verbunden. Die Metall-Basis 47 ist aufgrund von Kompression aufgrund der Gehäuseabdeckung 42 festgelegt. Mit 56 ist ein O-Ring zur Abdichtung bezeichnet.

Bei der oben beschriebenen Struktur wird ein mittels des Druckdifferential-Detektionsfilms 49 detektiertes Druckdifferenzsignal über die FPC 50

zu den Leitern 51 der Metall-Basis 47 übertragen und durch die leitenden Teile 51 an den Verstärker 54 übermittelt. Das zweite Hydraulikfluid D wird zu dem Raum an der unteren Seite der Metall-Basis 47 geleitet, um einen Hochdruck zu erzeugen. Bei der Dichtstruktur, die für die in der Metall-Basis 47 ausgebildeten Befestigungslöcher für die leitenden Teile 41 verwendet wird, kann aus dem Druckdifferential-Detektionsfilm 49, der in dem Hochdruckbereich in dem Hydraulikfluid angeordnet ist, ein elektrisches Signal in den Bereich des atmosphärischen Drucks abgeleitet werden, in dem der Verstärker 54 angeordnet ist. Selbst falls während dieser Zeit ein Hochdruck, der 350 kgf/cm^2 überschreitet, wiederholt durch den zweiten Hydraulikfluid-Einführungsweg 45 eingeführt wird, hat, wie durch Test bestätigt wurde, die Dichtstruktur der Befestigungsteile 51 eine hinreichende Druckwiderstandsfähigkeit.

Fig. 18 zeigt eine weitere Ausführungsform des zum Herausziehen des Leiters vorgesehenen Teils, bei dem die Dichtstruktur gemäß der Erfindung verwendet wird. Bei dieser Ausführungsform ist die Dichtstruktur des Teils zum Ableiten eines Signals aus einem Verlagerungssensor gezeigt, der im Inneren einer Ventileinheit angeordnet ist. In Fig. 18 ist mit 61 ein Gehäuse bezeichnet, in dem ein vorbestimmter Raum ausgebildet ist. Das Innere des Raums ist mit einem Hydraulikfluid gefüllt und enthält ferner ein bewegbares Teil (Wicklung) 62, die gleitbar in dem Raum angeordnet ist. Das bewegbare Teil (Spule) 62 wird durch das Einströmen oder Ausströmen des Hydraulikfluids bewegt und hat somit die Funktion eines Ventils. Mit 63 ist ein Verlagerungssensor bezeichnet, der in dem Hydraulikfluid an einem Ende des Raums angeordnet ist. Der Verlagerungssensor 63 ist unter Nutzung der Funktion eines Differentialwandlers ausgebildet. Mit 64 ist ein zylindrischer Halter für den Verlagerungssensor bezeichnet, der ein metallisches Material aufweist. Ferner ist ein geschlossener Wandteil an dem in der Figur rechten Ende des Halters 64 vorgesehen. In dem Halter 64 ist eine Spule 66 angeordnet. Ein stabför-

miger Ferrit-Kern 67 ist an dem rechten Ende des bewegbaren Teils (Spule) 62 angeordnet. Der Ferrit-Kern 67 bewegt sich in dem Raum der bewegbaren Wicklung (Spule) 62. Wenn sich der Ferrit-Kern 67 in der Wicklung 66 bewegt, kann die Verlagerung des bewegbaren Teils (Spule) 62 als elektrisches Signal detektiert werden.

Die Wicklung 66 wird durch den Verlagerungssensor 63 in einem erregten Zustand gehalten. Somit wird ein erforderlicher Strom über Leiter an eine Spulenwicklung ausgegeben. In der Figur sind mit 68 Leiter gekennzeichnet, die aus dem Verlagerungssensor 63 nach außen geführt sind. Obwohl dies bei dem gezeigten Beispiel nicht strikt dargestellt ist, wird, wenn mehrere Leiter herausgeführt werden, die oben beschriebene Dichtstruktur des Signalleitungs-Herausziehteils an dem Wandteil 65 des Halters 64 angeordnet. In Fig. 18 ist mit 69 das bereits erwähnte Kunstharz-Abdeckmaterial gekennzeichnet. Ferner ist ein O-Ring 70 zwischen dem Halter 64 und dem Ventilgehäuse 61 angeordnet, um das Hydraulikfluid um den Verlagerungssensor 63 herum abzudichten.

Ein hoher Innendruck kann hinreichend abgedichtet werden, indem an dem oben genannten Verlagerungssensor die Dichtstruktur gemäß der Erfindung angeordnet wird.

Die gemäß der Erfindung vorgesehene Dichtstruktur für das Loch zum Durchführen von Teilen kann als Dichtstruktur für ein Hochdruck-Gas verwendet werden; die gleiche Dichtstruktur kann für einen Sensor verwendet werden, in dem ein N_2 -Gas eingeschlossen ist; und die gleiche Dichtstruktur kann für eine Halbleitereinrichtung oder dgl. verwendet werden, zusätzlich zu den oben erwähnten Ausführungsformen.

Obwohl bei den oben beschriebenen typischen Ausführungsformen der Leiter 2 in das in dem rohrförmigen Isolator 3 ausgebildete Loch einge-

führt wird, kann der Leiter 2 durch einen Haftvermittler mit dem Isolator 3 verbunden werden. Durch diese Anordnung kann die Dichtleistung weiter verbessert werden.

Ferner kann eine flexible gedruckte Schaltung (FPC) anstelle des Leiters 2 verwendet werden. In diesem Fall ist die FPC als Leiter durch Spritzguß oder dgl. mit dem Isolator 3 bedeckt. Die mit dem Isolator 3 bedeckte FPC ist durch die beschriebene Dichtstruktur an der Metall-Basis befestigt.

Gemäß der Erfindung wird eine Dichtstruktur geschaffen, bei der das Kern-Teil, das mit dem elastische Plastizität aufweisenden Kunstharz-Dichtteil bedeckt ist, durch das in dem Metall-Trennteil gebohrte Loch geführt wird und festgelegt wird, wobei an dem Dichtteil durch Einschnürung und Verengung ein Verbindungsteil ausgebildet ist, so daß die Dichtstruktur mit ausgezeichneter Druckwiderstandsfähigkeit versehen wird. Insbesondere wird, wenn das Stemmteil in der Nähe der Öffnungen an den entgegengesetzten Enden des Lochs ausgebildet ist, das Dichtteil im wesentlichen in eine spindelartige Form gepreßt, wodurch die Dichtleistung erhöht wird. Die Dichtstruktur ist vom Aufbau her einfach und kann durch einen einfachen Vorgang kostengünstig hergestellt werden. Wie oben beschrieben, ist kann mit der Dichtstruktur gemäß der Erfindung die Zuverlässigkeit der Druckbelastbarkeit eines Teils zum Herausziehen oder Verbinden von Leitern und dgl. erhöht werden, und dadurch kann auch die Wirtschaftlichkeit verbessert werden.

INDUSTRIELLE ANWENDBARKEIT

Eine Dichtstruktur mit Hochdruckwiderstandsfähigkeit selbst gegenüber ultrahohem Druck und mit der Fähigkeit, ein Loch über eine lange Zeitdauer stabil abzudichten, kann als Dichtstruktur für ein Teil zum Heraus-

ziehen verschiedener Arten von Teilen realisiert und verwendet werden, wobei das Loch in den Metall-Teil eines Trennteils gebohrt ist, das zum Isolieren des Innenbereiches eines Druckbehälters, Vakuumbehälters oder geschlossenen Behälters zur Aufnahme von Gas oder Flüssigkeit dient, wobei jeder der Behälter außen aus einem metallischen Material besteht, und ferner kann das Loch zum Durchführen eines derartigen Teils verwendet werden, welches ein Leiter oder Leiterstift zur Übertragung eines elektrischen Signals oder elektrischer Energie, ein anderer Leiter, ein Metallrohrteil zum Leiten eines Fluids oder ein Wärmerohr zum Leiten eines Wärmemediums, eine Optikfaser zum Übertragen eines optischen Signal und dgl. sein kann.

Patentansprüche

1. Dichtstruktur für ein zur Durchführung eines Teils ausgebildetes Loch eines metallischen Wandteils, bei der ein Teil (2), das zum Verbinden einer an einer Seite des Wandteils angeordneten Einrichtung mit einer an der gegenüberliegenden Seite des Wandteils angeordneten Einrichtung vorgesehen ist, durch das in das metallische Wandteil (4) gebohrte Loch (5) hindurchgeführt wird, wobei das Verbindungsteil (2) gegenüber radialer Kompression resistent ist und seine Axiallänge größer ist als die Dicke des metallischen Wandteils (4), und bei der ein Dichtteil (3) zum Dichten des Lochs (5) vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, daß
 - das Dichtteil (3) zwischen dem Durchführungsteil (2) und der Innenwandfläche des Lochs (5) angeordnet ist, wobei das Dichtteil (3) einen Außendurchmesser, der im wesentlichen gleich dem Innendurchmesser des Lochs (5) ist, und eine Axiallänge hat, die gleich der Dicke des metallischen Wandteils (4) oder größer als diese ist,
 - in mindestens einer der Öffnungen an den gegenüberliegenden Enden des Lochs (5) ein Verengungsbereich (6) ausgebildet ist, und zwar durch Bilden eines sich im wesentlichen gleichförmig von der Innenwandfläche des Lochs (5) im wesentlichen über deren gesamten Umfang vorwölbenden plastisch verformten Bereiches, indem auf den Umfangsbereich der Öffnung in deren Axialrichtung ein Druck ausgeübt wird; und
 - das Durchführungsteil (2) und das Dichtteil (3) von ihren Umfangsbereichen her mittels des Verengungsbereiches (6) komprimiert sind, und das Dichtteil (3) in dem Loch (5) eingeklemmt ist, um dadurch das Loch (5) abzudichten.

2. Dichtstruktur nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Dichtteil (3) im wesentlichen zu einer Spindelform verformt ist und in dem Loch (5) eingeklemmt ist, und zwar durch Erzeugen plastischer Verformung, indem der Druck auf den Umfangsbereich der Öffnungen an den gegenüberliegenden Enden des Lochs (5) derart ausgeübt wird, daß das Durchführungsteil (2) in dem Loch (5) eingeklemmt ist und das Loch (5) mittels des durch die Verengung erzeugten Innendrucks abgedichtet ist.
3. Dichtstruktur nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß an dem Innenumfangsbereich der Öffnung an einem Ende des Lochs (5) ein Verformungsbeschränkungsteil (4a) angeordnet ist, um das Dichtteil (3) daran zu hindern, sich zu der Außenseite des Lochs (5) vorzuwölben und sich zu verformen, und daß zur Bildung des Verengungsbereiches (6) die plastische Verformung durch die Aufbringung des Druckes auf den Umfangsbereich der Öffnung an dem anderen Ende des Lochs (5) erzeugt wird, um dadurch das Dichtteil (3) zu verformen und dieses derart in dem Loch (5) einzuklemmen, daß das Durchführungsteil (2) in dem Loch (5) festgelegt wird und das Loch (5) mittels des durch die Verengung erzeugten Innendrucks abgedichtet wird.
4. Dichtstruktur nach Anspruch 3, bei der das Verformungsbeschränkungsteil (4a) in Form eines abgestuften Öffnungsabschnitts vorgesehen ist, der durch Reduzierung des Durchmessers der Öffnung an einem Ende des Lochs (5) gebildet ist.
5. Dichtstruktur nach Anspruch 4, bei der die Innenfläche des abgestuften Öffnungsabschnitts (4a) konisch ist.

6. Dichtstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der das Durchführungsteil (2) ein elektrisch leitendes Teil zur Übertragung eines elektrischen Signals oder elektrischen Stroms ist und das Dichtteil (3) ein elektrischer Isolator zum Abdecken des elektrisch leitenden Teils ist.
7. Dichtstruktur nach Anspruch 6, bei der das elektrisch leitende Teil (2) ein linienförmiges oder stiftförmiges Teil ist.
8. Dichtstruktur nach Anspruch 6 oder Anspruch 7, bei der das elektrisch leitende Teil (2) ein stromleitender Anschluß ist, der für ein Gehäuse vom geschlossenen Typ zur Aufnahme einer elektrischen Vorrichtung vorgesehen ist.
9. Dichtstruktur nach Anspruch 8, bei der die elektrische Vorrichtung eine Vorrichtung mit Halbleiterelementen ist.
10. Dichtstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der das Durchführungsteil (2) ein Röhrenteil zum Leiten von Gas oder Flüssigkeit ist.
11. Dichtstruktur nach Anspruch 10, bei der das Röhrenteil ein Wärmerohr zum Leiten eines Wärmemediums ist.
12. Dichtstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der das Durchführungsteil (2) eine optische Faser zum Übermitteln eines optischen Signals ist.
13. Dichtstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der das Dichtteil (3) unter Verwendung eines Kunstharzes gebildet ist.

14. Dichtstruktur nach Anspruch 13, bei der das Kunstharz aus der Gruppe PPS, PEI, PEEK und PI gewählt ist.
15. Dichtstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der das metallische Wandteil der Wandabschnitt eines Behälters ist, dessen einander gegenüberliegende Abschnitte eine Druckdifferenz aufweisen.
16. Dichtstruktur nach Anspruch 15, bei der der Behälter ein Druckbehälter ist, dessen Innenbereich sich in einem Hochdruckzustand befindet und dessen Außenbereich sich in einem Zustand atmosphärischen Drucks befindet.
17. Dichtstruktur nach Anspruch 15, bei der der Behälter ein Vakuumbehälter ist, dessen Innenbereich sich in einem Vakuumzustand befindet und dessen Außenbereich sich in einem Zustand atmosphärischen Drucks befindet.
18. Dichtstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der das metallische Wandteil (4) der Wandabschnitt eines Behälters ist, dessen einander gegenüberliegende Abschnitte unterschiedliche chemische Bedingungen aufweisen.
19. Dichtstruktur nach Anspruch 18, bei der der Innenbereich ein Gas oder eine Flüssigkeit enthält und im Außenbereich des Behälters eine unterschiedliche Phase vorhanden ist.
20. Dichtstruktur nach Anspruch 18, bei der der Behälter ein geschlossener Behälter ist.
21. Dichtstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der das metallische Wandteil (4) an einem geschlossenen Behälter befestigter

Dichtstopfen (21,24) ist.

22. Dichtstruktur nach Anspruch 21, bei der der Dichtstopfen eine Struktur vom Gewinde-Typ aufweist und abnehmbar an dem geschlossenen Behälter befestigt ist.
23. Dichtstruktur nach Anspruch 21 oder 22, bei der der Dichtstopfen mit mehreren Durchführungsteilen (2) versehen ist.
24. Dichtstruktur nach Anspruch 23, bei der zur Anordnung der mehreren Durchführungsteile die Durchführungsteile mittels der Dichtteile abgedichtet an den jeweiligen entsprechenden Löchern befestigt sind und mittels der entsprechenden Dichtteile einzeln abgedichtet sind.
25. Dichtstruktur nach Anspruch 23, bei der zur Anordnung der mehreren Durchführungsteile die Durchführungsteile mittels eines einzelnen Dichtteils abgedichtet an dem einzelnen Loch (26) befestigt sind und mittels des Dichtteils (27) zusammen abgedichtet sind.
26. Dichtstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der mindestens die Flächen des Durchführungsteils (2) oder die Innenumfangsfläche des Lochs (5) aufgeraut ist.
27. Dichtstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der an der Fläche des in dem Loch angeordneten Abschnitts des Durchführungsteils ein unregelmäßiger Bereich ausgebildet ist.
28. Dichtstruktur nach Anspruch 27, bei der der in dem Loch (5) angeordnete Abschnitt des Durchführungsteils mindestens eine Ringnut (31) aufweist.

29. Dichtstruktur nach Anspruch 16, bei der der Druckbehälter ein Teil eines hydraulischen Schaltungsmechanismus (41,42) ist, der ein Hochdruck-Betätigungsfluid enthält, und das Durchführungsteil eine nach außen geführte elektrische Signalleitung (51,52,53) ist, um ein Signal, das durch eine zwecks Erhalt von Information zum Hydraulikdruck im Inneren des Druckbehälters angeordnete elektrische Sensoreinheit (46,49,50) detektiert wird, aus dem Behälter herauszuleiten.
30. Dichtstruktur nach Anspruch 16, bei der der Metall-Druckbehälter ein Ventil-Gehäuse (61) bildet, das ein Hochdruck-Betätigungsfluid enthält und einen in dem Betätigungsfluid angeordneten Bewegungssensor (62,63,66,67) aufweist, und das Durchführungsteil eine nach außen geführte elektrische Signalleitung (68) ist, um ein mittels des Bewegungssensors detektiertes Signal aus dem Behälter herauszuleiten.
31. Drucksensor mit einem Sensor-Hauptkörper (41,47) aus Metall, mit einem geschlossenen Inneren, einer in dem Inneren angeordneten Drucksensoreinheit (49), und einem Leiter (52), um eine von der Drucksensoreinheit (49) ausgegebenes elektrisches Signal aus dem Innenraum des Sensor-Hauptkörpers (41,47) aus diesem heraus zu leiten, wobei in den Sensor-Hauptkörper (41,47) ein Loch zum Hindurchführen des Leiters (52) gebohrt ist und der Leiter (52) resistent gegenüber radialer Kompression ist, wobei:

ein Isolator (53) zwischen dem Leiter (52) und der Innenwandfläche des Lochs angeordnet ist;

in mindestens einer der Öffnungen an den gegenüberliegenden Enden des Lochs ein Verengungsbereich (6) ausgebildet ist, und zwar

durch Bilden eines sich im wesentlichen gleichförmig von der Innenwandfläche des Lochs im wesentlichen über deren gesamten Umfang vorwölbenden plastisch verformten Bereiches, indem auf den Umfangsbereich der Öffnung in deren Axialrichtung ein Druck ausgeübt wird; und

der Leiter (52) und der Isolator (53) von ihren Umfangsbereichen her komprimiert sind und der Isolator (53) mittels des Verengungsbereiches (6) in dem Loch eingeklemmt ist, um dadurch das Loch abzudichten.

FIG.2

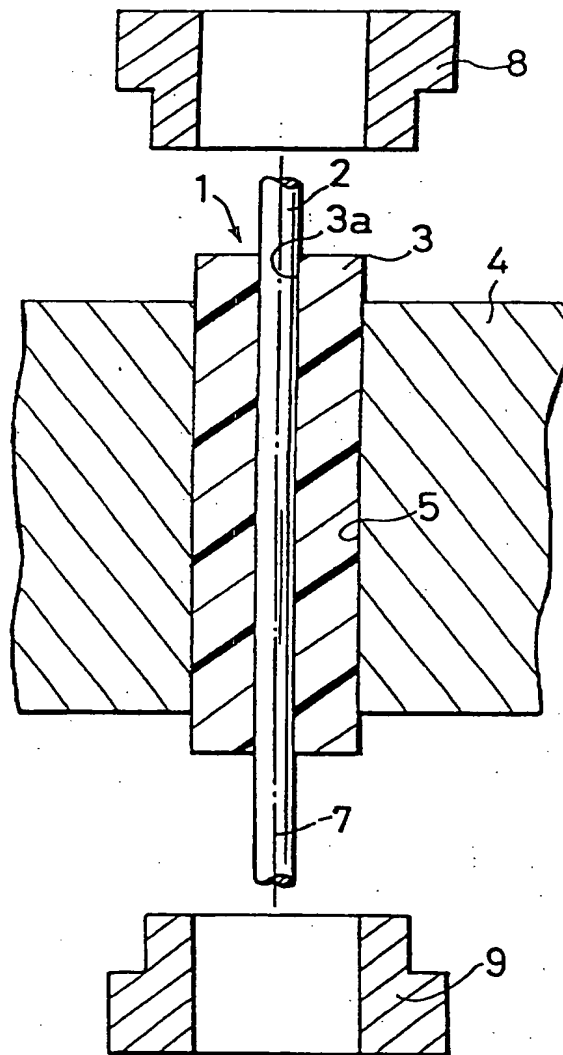


FIG. 3

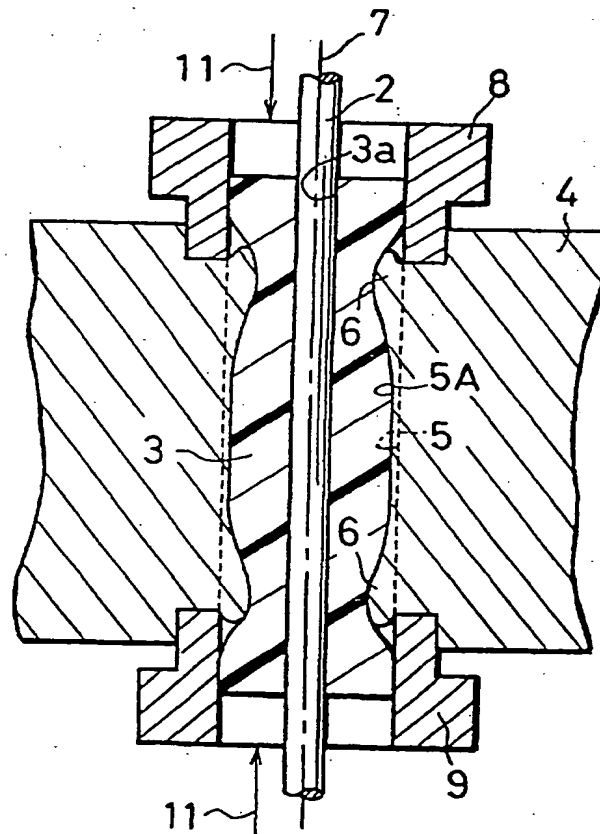


FIG.4

Verhältnis zwischen der Kompressionskraft des
Druckaufbringungs-Metall-Halteteils und der
Kraft zum Herausziehen des Leiters

Kompressionskraft	Herausziehkraft	
	Isolator A (PPS)	Isolator B (PERK)
300 Kgf	12 Kgf	9 Kgf
400 Kgf	14 Kgf	10 Kgf
500 Kgf	16 Kgf	12 Kgf
600 Kgf		12 Kgf

FIG.5

Schema des Testobjekts

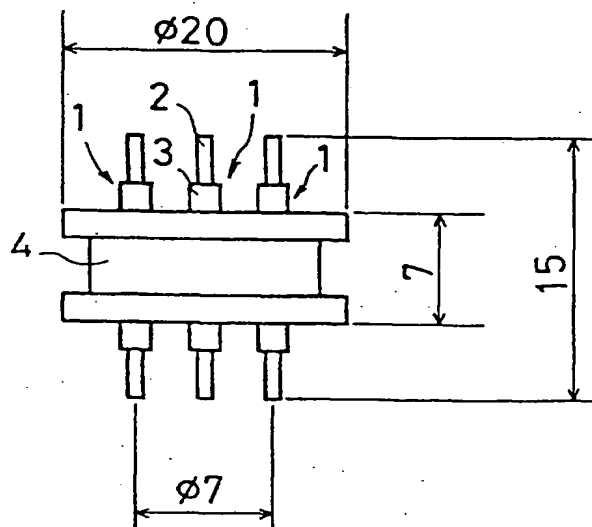


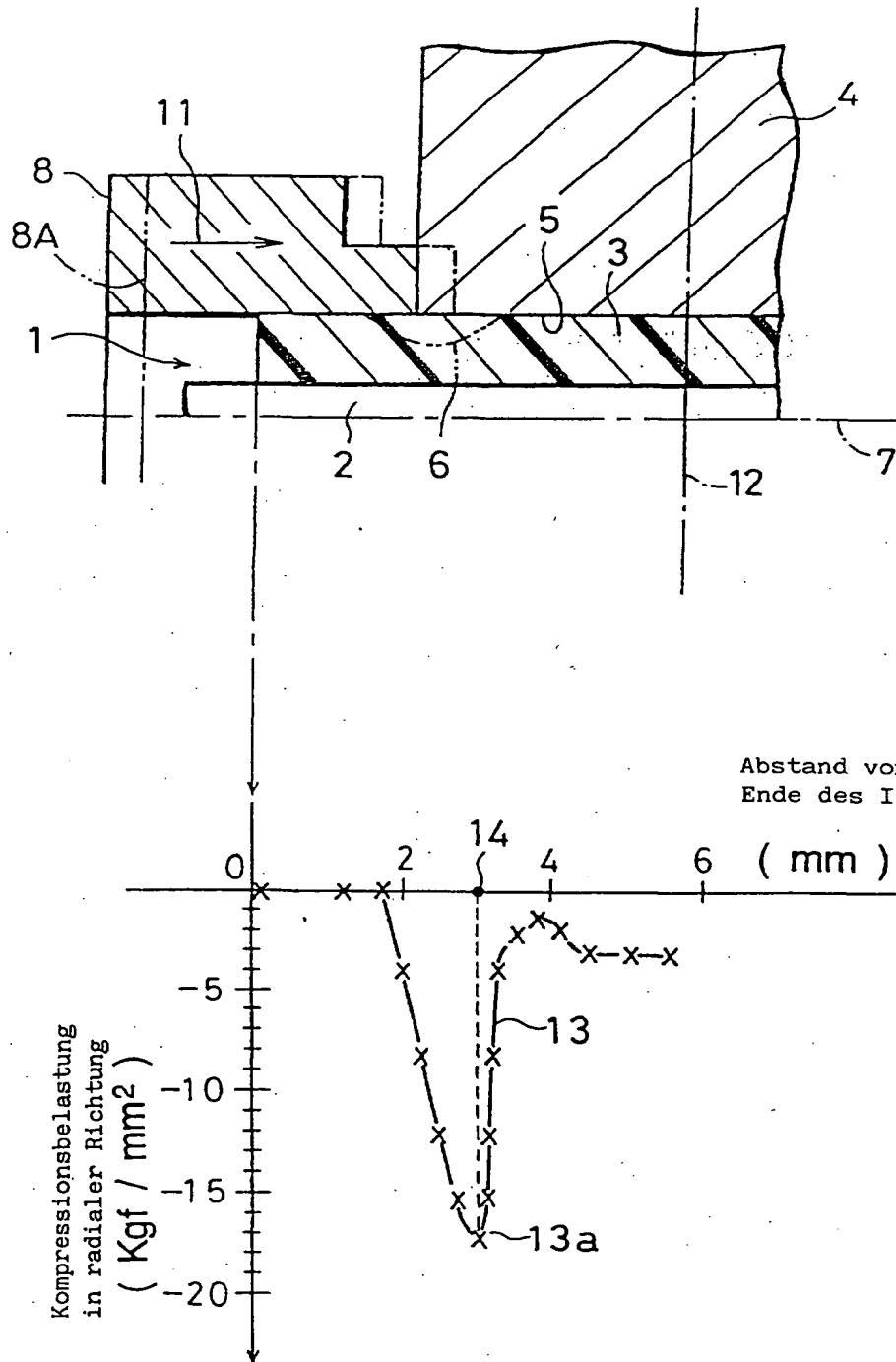
FIG.6

Ergebnis der Impulsprüfung

Kunstharz-Material	Kompressionskraft	Testergebnis
PPS	300 Kgf	OK
	400 Kgf	OK
	500 Kgf	OK
PEAK	300 Kgf	OK
	400 Kgf	OK
	500 Kgf	OK
	600 Kgf	OK

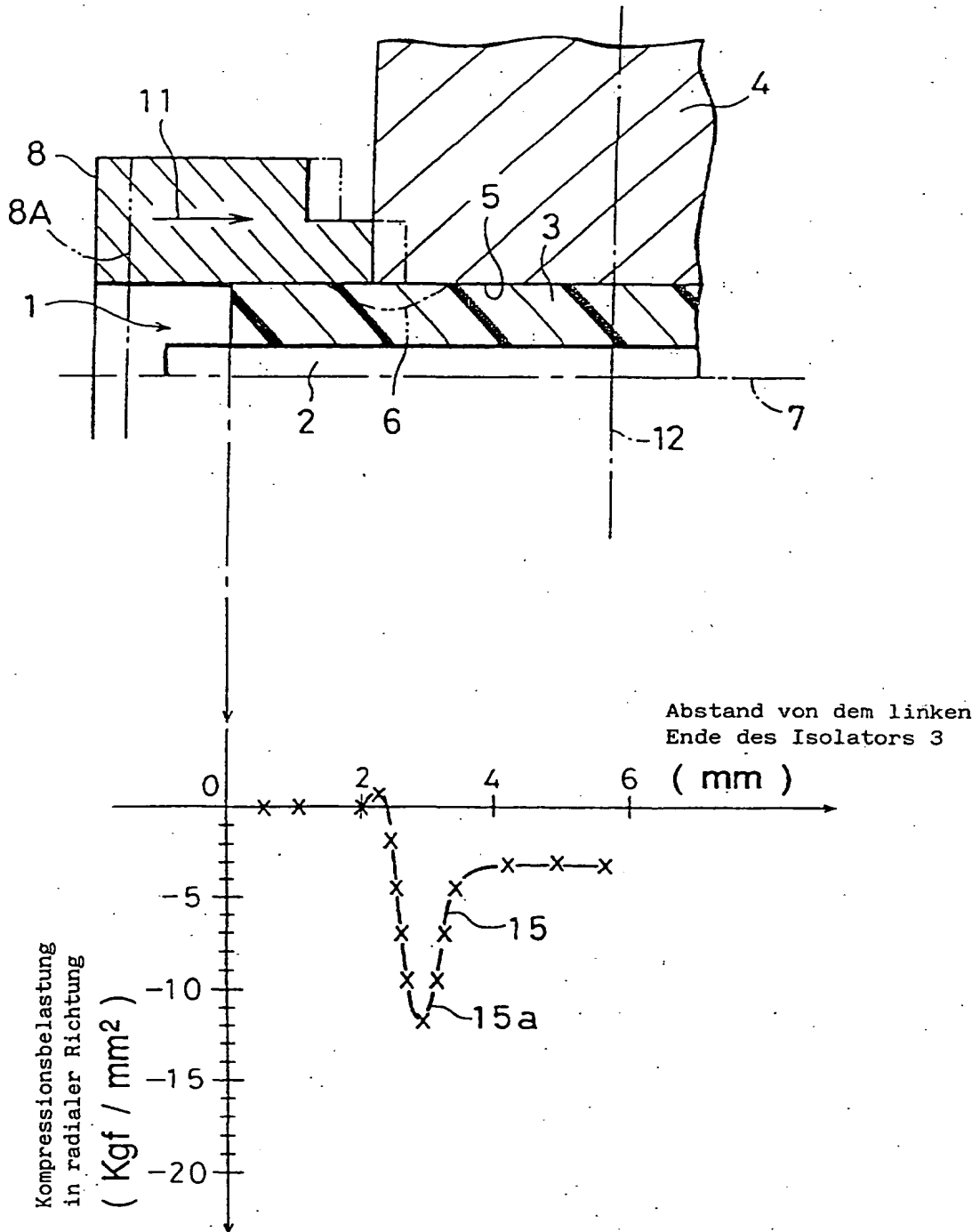
14.12.99

FIG.7



14.12.99

FIG.8



14.12.99

FIG.9

Verhältnis zwischen der
Temperatur und der
Herausziehkraft

TEMPERATUR	HERAUSZIEHKRAFT
-40 °C	ABT. 14 Kgf
23 °C	ABT. 12 Kgf
80 °C	ABT. 8 Kgf
120 °C	ABT. 7 Kgf

14.12.99

FIG.10

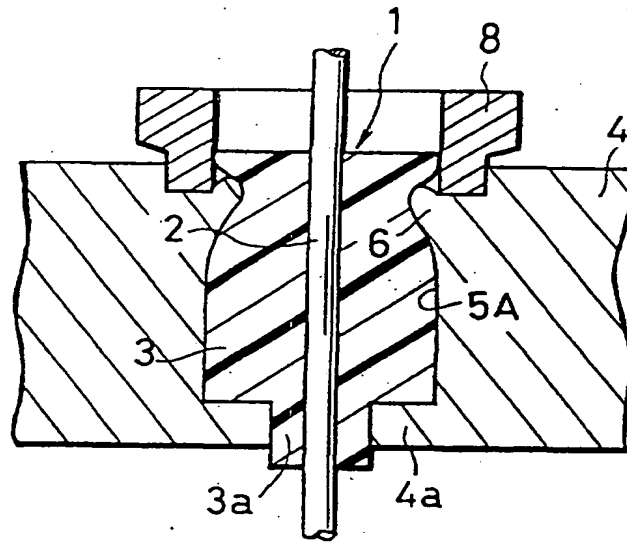


FIG.11

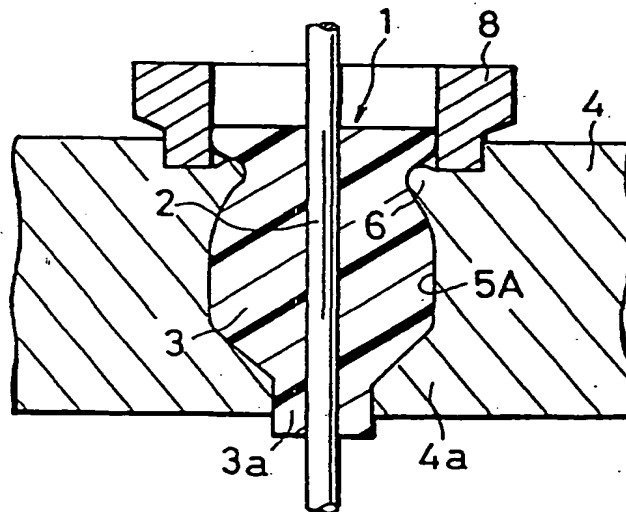


FIG.12

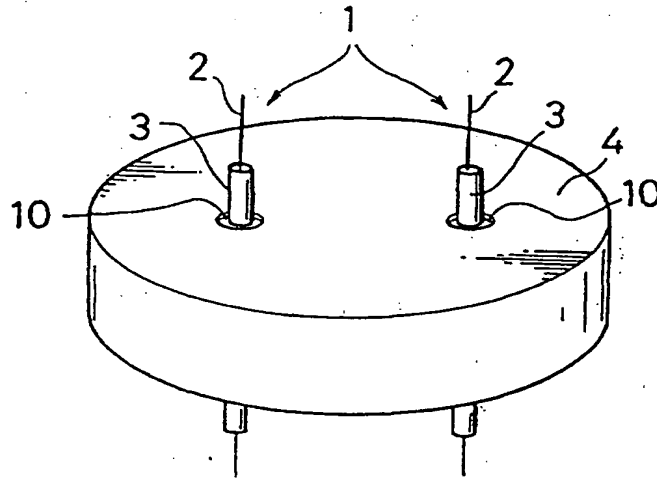
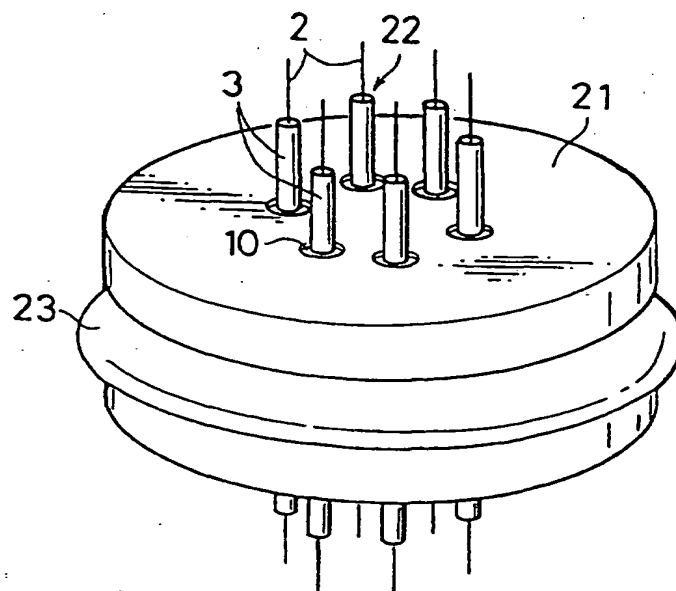


FIG.13



14.12.99

FIG.14

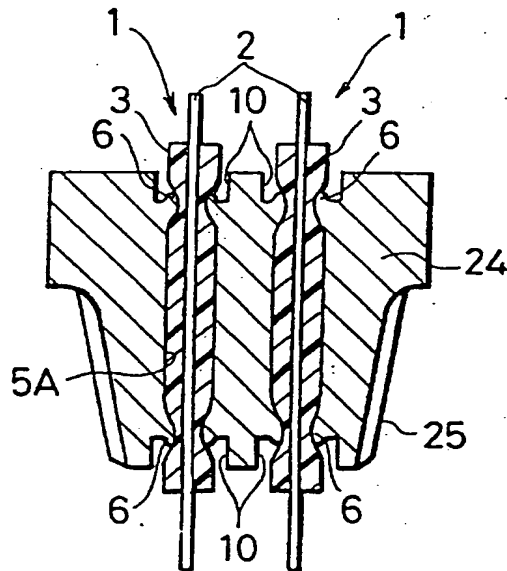
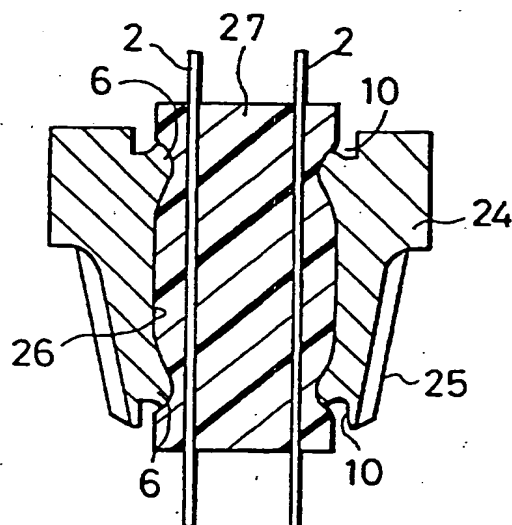


FIG.15



14.12.99

FIG. 16

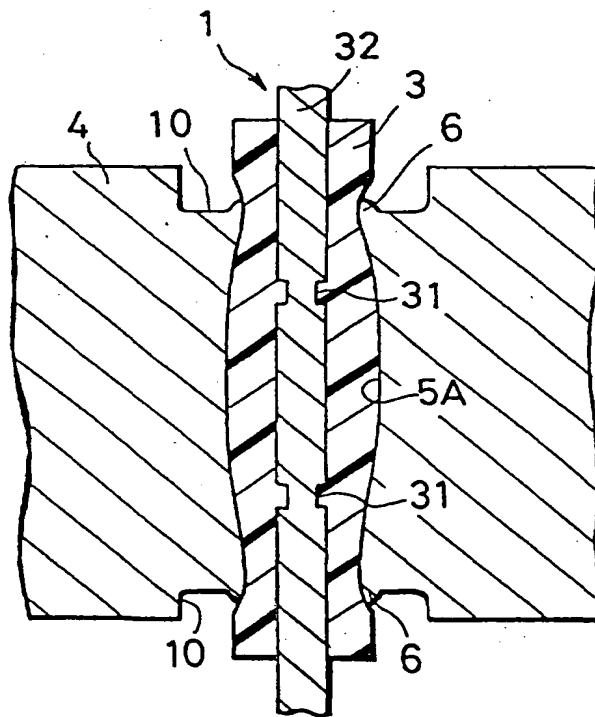
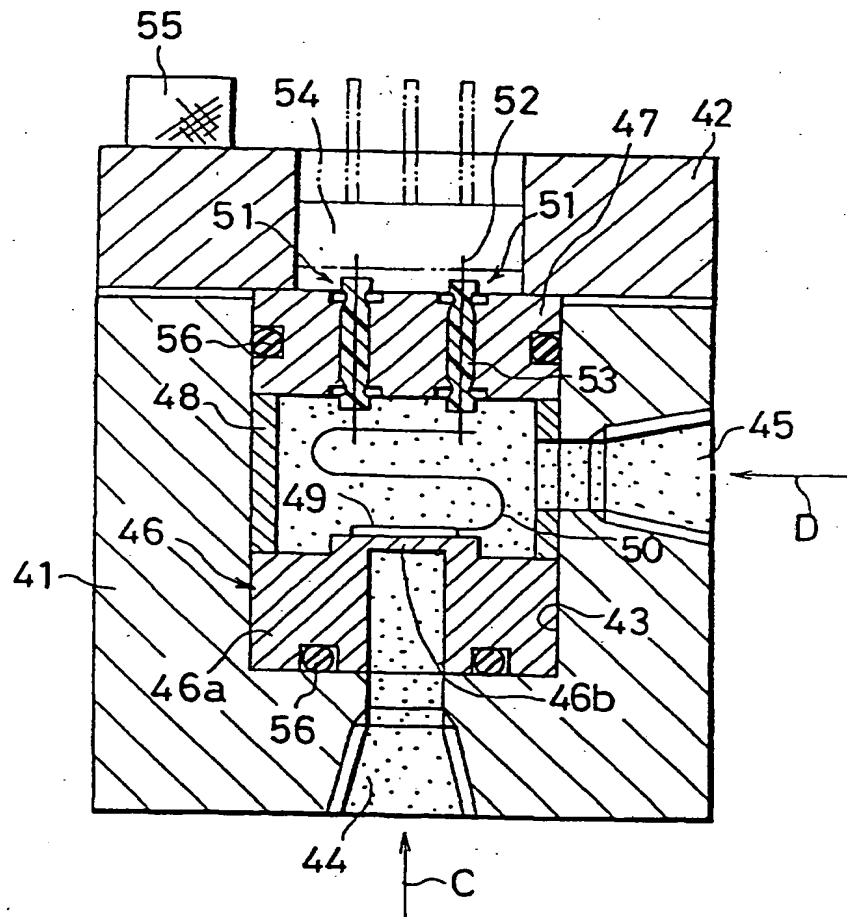


FIG.17



14.12.99

FIG.18

